

Trabajo de Diploma

Para Optar por el Título de

Ingeniero Informático

**Implantación del Servicio VoIP
en la Red Universitaria del ISMMM.**

Autora: Yeliany Prieto Arguelles

Tutores: Ing. Yadira Arguelles Blanco

Ing. Daniel Mendiola Ellis

Ing. Michel Montero Mosqueda

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Como única autora, declaro la transferencia de derechos sobre este trabajo a favor del ISMMM, para su uso apropiado y pertinente; sustentado en el propósito de aplicación final.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de ____ del año _____.

Yeliany Prieto Arguelles, **Firma de Autora**

Ing. Daniel Mendiola Ellis

Firma del Tutor

Ing. Yadira Arguelles Blanco

Firma del Tutor

Ing. Michel Montero Mosqueda

Firma del Tutor

DEDICATORIA

A mi querida madre Marilúz Arguelles Trincado, por su confianza, cariño y dedicación.

A mis hermanos José Luis Jardines Arguelles y Víctor Eduardo de la Cruz Arguelles, por ser personas tan especiales en mi vida.

A mi esposo Jorge Carlos Albear Robles que en todo momento me ha brindado su amor, apoyo y comprensión, especialmente durante la realización de este trabajo.

A mi familia completa por brindarme su comprensión y su afecto, sin dejar de mencionar de forma especial a mi padrastro y a mis vecinos que me dieron su apoyo incondicional en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, gracias por preocuparse siempre por mí y brindarme su ayuda y apoyo en todo momento, este título es especialmente para ella.

A mis hermanos que me han apoyado y se han sacrificado para que yo pueda convertirme en profesional.

A mi esposo que en todo momento me ha brindado su amor y comprensión, especialmente durante la realización de este trabajo.

A toda mi familia que en todo momento ha estado pendiente de mí y han brindado su ayuda.

A mis tutores Mendiola, Yadira y Michel por su ayuda y dedicación en todo el proceso, le agradezco mucho, sin eso no fuese posible el resultado final, gracias.

A todos los que de una forma u otra me ayudaron y apoyaron para conseguir este logro.

A todos, muchas gracias.

Resumen

Las NTIC en la gestión de la universidad pasa por la integración de diversas asociaciones, que son contextualmente determinadas y están plasmadas en los lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución para el periodo 2016-2021, en busca de un desarrollo interino propio y para la satisfacción de las necesidades de la sociedad. Esta investigación se sustenta en los lineamientos 108 y 122 definen la instrumentación de mecanismos y el avance en la informatización de la sociedad, dando seguimiento a las propuestas de mejoras proyectadas por el Ministerio de Educación Superior y que plantean la integración de las formas de comunicación que tributen a una mejoría sustantiva de la gestión universitaria, a la vez que traducidas en disminución de las erogaciones monetarias y coadyuven a aumentar la eficiencia de los procesos.

El despliegue de un sistema de comunicaciones unificadas que considere la capacidad informativa y de proceso de datos, así como los procedimientos necesarios para llevar a cabo la implantación de servicios basados en VoIP crearía las bases para con las líneas de informatización tributarias al aumento de la eficiencia y la eficacia en la gestión de nuestra institución compatibles con las tendencias propuestas por el MES.

La solución para introducir mejoras en la gestión puede resolverse mediante la implantación de un servicio centrado en la telefonía sobre protocolos de internet y que aproveche la evolución de las NTIC y para ello, se debe seleccionar los recursos necesarios para una implantación efectiva, y aplicar un procedimiento para la integración con la gestión universitaria. Este trabajo propone tal solución mediante la delineación y aplicación de una metodología que permitió implantar un servicio de VoIP como soporte a tales fines.

El trabajo analizó las definiciones, conceptos y propuestas referentes a los servicios VoIP, así como las metodologías de implantación de software de gestión. Se seleccionó y ajustó una metodología para el implante de una central VoIP basada en un núcleo Asterisk con interfaz web, alojada en servidores virtuales dedicados. Siguiendo las pautas definidas se instalaron los recursos base y se configuraron las extensiones y servicios sobre la intranet universitaria, de manera que se cuenta con fundamentos susceptibles de futuras expansiones.

Los pasos sucesivos llevaron a la identificación, análisis y cumplimiento de las fases metodológicas que aseguran un correcto dimensionamiento del servicio sobre la base de la infraestructura y medios aprovechables, para su posterior integración y explotación contribuyente con las mejoras buscadas. La definición y aplicación de la metodología de implantación permitió como respuesta a las tareas, la configuración de los servicios seleccionados, y la formulación de pruebas para el paso a la fase de explotación.

Por último, se identificó las causas por las que y mediante un estudio de factibilidad, usando la Metodología Costo-Beneficio que determinaría la infraestructura tecnológica y la capacidad técnica que implica la implantación del sistema en cuestión, sus costos, beneficios y el grado de aceptación que la propuesta genera en el ISMMM. Se analizó la factibilidad técnica demostrándose que la institución cuenta con la infraestructura necesaria, luego la factibilidad económica arrojó la factibilidad del proyecto, considerando que el costo de ejecución del proyecto mediante la ficha de costo, resulta en \$28.00 CUC y \$ 453.80 MN.

Como resultados se dispone del informe del trabajo, contenedor de referentes para la comprensión del funcionamiento de las redes VoIP como activo para la implantación de una central Asterisk, se implantó el servicio de telefonía VoIP en la red universitaria del ISMMM y se realizaron pruebas que avalan su explotación y el avance para la integración de plataformas tributarias a la gestión universitaria en el ISMMM.

Abstract

The NITC are the step towards integration of various associations in university management, contextually determined and materialized in guidelines of economics policy and social for the period 2016-2021, in search of a temporary own development and the satisfaction of the needs of the society. This investigation, holds in the guidelines 108 and 122, defines the instrumentation of mechanisms and the advance in the computerization of the society, following up on the proposals of improvements projected by the Ministry of Higher Education and the integration of the forms of communication that pay tribute to a substantial improvement of the university enhancements, instead to decreasing monetary expenditures and collaborate to increase the processes efficiency.

The deployment of a unified communications system considering the informative and process capability of data, as well as the necessary procedures to accomplish the implantation of services based in VoIP would create the bases tributaries with lines of society computerization to the increase of efficiency and efficacy in our institution's compatible with the tendencies proposed by Cuba MES.

The solution to introduce improvements in the step can get worked out by means of the implantation of a service centered in the telephony on protocols of internet and that you make good use of the NTIC's evolution and for it, the necessary resources for an effective implantation must be selected, and applying a procedure for the integration with the university step. This work proposes such intervening solution the etching and application of a methodology that it enabled establishing VoIP's service like support to such intentions.

Work VoIP, as well as the methodologies examined definitions, concepts and referent proposals to the services of implantation of software of step. It was selected and I adjust a methodology for implantation of a main station VoIP based in a nucleus Asterisk with interface Web, housed in virtual dedicated servants. Following the definite guidelines, they installed the host resources and they configured extensions and services on the university intranet, so that it is counted with susceptible foundations of future expansions.

The successive steps produced the recognition, analysis and fulfillment of the methodologic phases to assure a correct sizing of the service on the infrastructure's base and usable means, for his later integration and contributing exploitation with the

sought-after improvements. The definition and application of the methodology of implantation allowed in response to the tasks, the configuration of the selected services, and the formulation of proofs for the step to the production run.

Finally, the causes were identified for them than and by means of a feasibility study, using the Methodology Costo-Beneficio would determine the technological infrastructure and the technical capability that it implies the implantation of the system in point that the proposal generates in the ISMMM, his costs, benefits and the grade of approval. Showing the necessary infrastructure, next the cost-reducing feasibility yielded the feasibility of the project, examined the technical feasibility itself postulate than the cost of execution of the intervening project opens a file on it of cost, it proves to be in \$28.00 CUC and \$ 453,80 MN.

As results, there is a work report, container of references for the understanding of the functioning of the nets VoIP as asset for the implementation of an Asterisk VoIP main station, in university net, establishing the telephony service of the ISMMM and ready exploitation proofs, and the advance for the integration of tributary platforms in the ISMMM came true .

Tabla de contenido

Glosario	11
Introducción	14
Capítulo 1 “Fundamentación Teórica”	19
1.1 Introducción	19
1.2 Antecedentes de la investigación	19
1.3 CONCEPTOS GENERALES.....	20
1.3.1 VoIP.....	20
1.3.2 Protocolos de VoIP	20
1.3.3 Códecs de VoIP.....	22
1.3.4 Transmisión de la VoIP	23
1.3.5 Ventajas de VoIP.....	23
1.4 ASTERISK.....	24
1.4.1 ¿Que es Asterisk?.....	24
1.4.2 Arquitectura	24
1.4.3 Servicios base Asterisk	26
1.4.4 Códecs seleccionables base Asterisk.....	27
1.4.5 Protocolos de Asterisk.....	28
1.4.6 Plan de numeración (dialplan).....	28
1.4.7 Contexto.....	29
1.5 Administración de Asterisk	29
1.5.1 Extensiones.....	29
1.5.2 Servicios	30
1.5.3 Programación (agregados y desarrollo sobre api, lenguaje C, scripts Asterisk).....	32
1.5.4 Configuración de sistemas VoIP.....	33
1.5.5 Criterios metodológicos para implantación de servicio VoIP	34
1.5.6 Criterios técnicos a considerar para agregados y validación de funcionalidades... 34	
1.6 Metodología de implantación del servicio VoIP	35
1.6.1 Guía de pasos a seguir para la correcta implantación de un servicio VoIP.	37
Capítulo 2: Configuración del sistema	40
2.1 Introducción	40
2.2 Implantación del servicio VoIP en el ISMMM.....	40
2.3 Contexto.....	46
2.4 Plan de numeración	48
2.5 Configuración de Extensiones.....	48
2.6 Implementación de Softphone.....	49
2.7 Tonos Respuesta.....	50

2.8 Configuración de servicios	51
2.9 Pruebas de funcionamiento.	56
2.10 Conclusiones Parciales	59
Capítulo 3: Estudio de Factibilidad	60
3.1 Introducción	60
3.2 Factibilidad técnica.....	60
3.2.1 Hardware	61
3.2.2 Software.....	62
3.3 Factibilidad Económica.....	64
3.3.1 Evaluación de Costo Beneficio	64
3.4 Conclusiones Parciales	71
Conclusiones Generales	72
Recomendaciones	73
Bibliografía	74
Anexos	76

Glosario

ATM	Asynchronous Transfer Mode
EHCP	Elastix Hardware Certification Program
GNU	GNU's Not Unix
GPL	General Public License
IaaS	Infrastructure as a Service
SaaS	Software as a Service
IAX2	Inter-Asterisk Exchange
IETF	Internet Task Force
IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network
MPLS	Multiprotocol Label Switching
OSI	Open Systems Interconnection
PaaS	Platform as a service
PBX	Private Branch eXchange
QoS	Quality of Service
RFC	Request for Comments
RTP	Real Time Protocol
SIP	Session Initiation Protocol
PSTN	Public System Telephone Network
Multiplexado	Forma de compartir paramétricamente un recurso
Módem	Modulador-demodulador
xDSL	Digital Subscriber Line (x = A x =")
NAT	Network Address Translation
STUN	Session Traversal Utilities for NAT
API	Application Program Interface

Índice de figuras

Figura 1: Modelo TCP/IP.....	23
Figura 2: Arquitectura de Asterisk.....	25
Figura 3: API de Aplicaciones Asterisk.....	26
figura 4: Interfaz de FreePBX: pantalla de administración	43
Figura 5: DCSU: Servicios VoIP en el ISMMM.....	47
Figura 6: Creación de extensiones SIP.....	49
Figura 7: Softphone Zoiper trabajando	50
Figura 8: Instalación de Asterisk.....	51
Figura 9: Creación de la cuenta administrador	52
Figura 10: Creación de conferencias	53
Figura 11: Habilitar correo de voz	54
Figura 12: Habilitar llamada en espera	55
Figura 13: Gráfica de trafico de paquetes.....	58
Figura 14: Pantalla inicial de configuración del softphone Zoiper	76
Figura 15: Configuración de la extensión.....	77
Figura 16: Softphone 3cx.....	78
Figura 17: Habilitar auto llamada.....	78
Figura 18: Habilitar video	79
Figura 19: Ejemplos de extensiones de prueba.	80

Índice de tablas

Tabla 1: Prueba de aceptación llamada de voz.....	56
Tabla 2: Prueba de aceptación conferencia.....	57
Tabla 3: Características de los medios de cómputo del ISMMM.....	61
Tabla 4: Aplicaciones instaladas en las computadoras del ISMMM.....	62
Tabla 5: Ficha de Costo en Moneda Libremente Convertible.....	68
Tabla 6: Ficha de Costo Moneda Nacional.....	69

Introducción

Desde sus inicios, las redes empleadas para transmitir nuestras conversaciones telefónicas han estado basadas en una misma infraestructura: la conmutación de circuitos, caracterizada por la reserva de capacidad y recursos a lo largo del trayecto de la comunicación.

El uso de sistemas de conmutación de circuitos estaba justificado por una buena razón: hasta los años sesenta, el único tipo de tráfico que circulaba por estas redes era tráfico telefónico. La reserva de recursos garantiza un retardo aceptable, y el multiplexado estadístico de las fuentes asegura un buen aprovechamiento de esos recursos.

Con la expansión del uso de los ordenadores personales, el mismo mecanismo de transmisión de voz comenzó a ser implementado para el intercambio de información digital. Se popularizó la utilización de módems, que durante años reinó como el principal método para transmitir datos sobre la red pública. Al contrario que la comunicación de voz, la de datos se caracteriza por una fuerte variabilidad. La transmisión se realiza a ráfagas (secuencias cortas de alta intensidad), estando el canal desocupado durante una parte importante del tiempo. En estas condiciones, la reserva de recursos permanente durante toda la conexión es excesiva e incurre en un coste innecesario.

Con el tiempo, la red telefónica progresó hacia una infraestructura digital, aunque todavía basada en conmutación de circuitos. La voz se transportaba en forma de un flujo digital hasta llegar a las centrales locales, donde se realizaba una conversión analógica para su transmisión por el bucle de abonado, por motivos de coste. Este esquema fue ampliamente aceptado y funcionó correctamente, hasta la aparición de la Internet.

La solución proporcionada fue inicialmente la evolución hacia una red digital de conmutación de paquetes que encaminaba el tráfico de datos de forma separada, manteniendo aparte el tráfico de voz, y la utilización de nuevas tecnologías de bucle local, desde módems de cable a xDSL, que aparte de la ventaja del mayor ancho

de banda, ofrecen acceso directo a Internet sin necesidad de ocupar recursos destinados a voz. Finalmente, se incorporaron tecnologías en la corriente conocida como NTIC. El uso de las NTIC se refleja en todos los sectores y origina lo que es conocido como “informatización de la sociedad”[1].

Las NTIC en la gestión de la universidad pasa por la integración de diversas asociaciones, que son contextualmente determinadas y están plasmadas en los lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución para el periodo 2016-2021, en busca de un desarrollo interino propio y para la satisfacción de las necesidades de la sociedad. La presente investigación tributa a los siguientes lineamientos:

108: Avanzar gradualmente, según lo permitan las posibilidades económicas, en el proceso de informatización de la sociedad, el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones y la industria de aplicaciones y servicios informáticos. Sustentar este avance en un sistema de ciberseguridad que proteja nuestra soberanía tecnológica y asegure el enfrentamiento al uso ilegal de las tecnologías de la información y la comunicación. Instrumentar mecanismos de colaboración internacional en este campo.

122: Avanzar en la informatización del sistema de educación. Desarrollar, de forma racional, los servicios en el uso de la red telemática y la tecnología educativa, así como la generación de contenidos digitales y audiovisuales.

El MES se hace con los propósitos arriba planteados y ha evaluado entre estas formas de integración como posibles proyectos una importante mejora en los sistemas de comunicación que apoyen de forma sustantiva la gestión inter e intra universidades. Entre los proyectos destaca la integración entre las redes de computadoras, los sistemas de intercambio inalámbrico y el soporte de telefonía, todo ello debido a la inmediatez de los servicios, el volumen de información, la capacidad de tráfico y los costes en tiempo y dinero.

En el ISMMM, como centro adscrito del MES, se hace empleo intensivo de llamadas telefónicas, internas, locales o inter CES, situación que genera

erogaciones monetarias de acuerdo con las tarifas vigentes por ETECSA. Una forma de reducir las erogaciones, fundamentalmente por tráfico y gestión de ancho de banda, se conformaría con la implantación de servicios basados en VoIP. A partir de lo registrado, se conoce que, entre los años 2005 y 2017 se han realizado intentos de implantación que perseguían la mejora de la situación en tres momentos, el primero como prueba independiente, el segundo orientado a capacidades de comunicación pero malogrado por insuficiencias de hardware y el tercero como una nueva prueba paralela a los propósitos del MES pero inconclusa y sin demostración de alcance universitario, por lo que se debe culminar, acotar e implantar como mejora permanente y evolutiva en apoyo a la gestión e integrada a la vida universitaria. La existencia de la intranet, un departamento de informática, uno de tecnología educativa y el de informatización crean las bases para proyectar ideas que cumplan con las líneas de informatización que contribuyan al aumento de la eficiencia y la eficacia en la gestión de nuestra institución compatibles con las tendencias propuestas por el MES.

Teniendo en cuenta la situación problemática anterior en el ISMMM, se definen los siguientes elementos de diseño metodológico:

Como **problema científico**:

No existe un sistema que integre los servicios de gestión centrados en telefonía y que aproveche la evolución de las NTIC.

Se declara como **objeto de estudio**:

La implantación de los servicios de gestión centrados en telefonía en el ISMMM.

Delimitado por el **campo de acción**:

Los servicios VoIP en el ISMMM.

La realización de este trabajo tiene por **objetivo general**:

Implantar el servicio VoIP para el entorno universitario de forma tal que sea extensible para el favorecimiento de la comunicación intra-red ISMMM.

Como **Objetivos específicos**:

- Confeccionar el estado del arte de a investigación.
- Seleccionar los recursos necesarios para una implantación efectiva y compatible del servicio VoIP en el ISMMM.
- Parametrizar y aplicar un procedimiento para la integración VoIP con la gestión universitaria centrada en telefonía.

Tareas:

- Análisis de las principales definiciones asociadas al servicio VoIP para lograr un mejor entendimiento en el proceso de implantación del mismo.
- Estudio de las aplicaciones similares en el mundo y en Cuba para identificar procesos afines con el sistema a desarrollar.
- Selección de las tecnologías y herramientas a utilizar para el proceso de implantación del servicio.
- Diseño de la solución propuesta.
- Implantación de las funcionalidades identificadas.
- Validación de las funcionalidades implantadas.
- Realización del estudio de factibilidad.

Como **idea a defender** se plantea que la viabilidad de la implantación de un servicio de VoIP en el ISMMM permitirá favorecer la eficiencia de los procesos y reducción de los costos de los servicios telefónicos inter-universitarios.

Métodos Teóricos:

- Análisis-síntesis de la información científico técnica, para la valoración y selección de la tecnología a utilizar.
- Hipotético-deductivo, al formular la idea a defender de la investigación, y al deducir las ventajas que proporciona la implantación del servicio.

Métodos empíricos:

- Observación, para identificar y caracterizar la situación problemática.
- Análisis de documentos para consultar documentos relacionados con el tema.

Estructura del Informe

El desarrollo del trabajo tendrá como estructura organizativa la siguiente:

En el **capítulo 1**, se mostrarán los principales fundamentos teóricos de la implantación del servicio VoIP. Además de que se estudiarán las principales tecnologías, herramientas y metodologías utilizadas en aras de lograr el objetivo planteado.

A continuación, en el **capítulo 2**, se desplegará todo el proceso de implantación durante el transcurso de las fases de la metodología utilizada, realizando una valoración de las principales características del servicio. También se hace referencia a la etapa de pruebas de aceptación creadas por el cliente para verificar el buen funcionamiento de la aplicación entre otras funcionalidades.

Luego, en el **capítulo 3**, se presentará el estudio realizado de los esfuerzos requeridos para lograr el producto final, así como de los beneficios tangibles e intangibles que brindará.

Capítulo 1 “Fundamentación Teórica”

1.1 Introducción

En el despliegue de un sistema de comunicaciones unificadas debe considerarse, de antemano, el nivel de la tecnología vinculada a los mismos; en particular los recursos existentes, que satisfagan requisitos de capacidad informativa y de proceso de datos sobre hardware y las diferentes plataformas de software soportadas o a ser implantadas, así como los procedimientos necesarios para llevar a cabo la implantación de los servicios. Otro elemento importante, lo constituye el posible nivel de tráfico según los protocolos y tipos de redes que serían necesarios para lograr un correcto funcionamiento de los sistemas y servicios.

En este capítulo se tratarán aspectos esenciales de lo planteado anteriormente.

1.2 Antecedentes de la investigación

Según investigaciones realizadas se tomaron como antecedentes los siguientes:

En el trabajo investigativo de autores Félix Denis Frometa Aponte y Alberto Alejandro Noste Pérez, con título “Sistema de Comunicaciones Unificadas en la REDUNIV”[2] aborda como tema los aspectos relativos a la selección y el despliegue de una plataforma multiservicio de comunicaciones. Se construyó una plataforma de pruebas con el fin de validar las demandas de tráfico del sistema.

El artículo: “Implantación de un sistema VoIP basado en Asterisk”[3], su autor se centra en implantar un nuevo sistema telefónico basado en telefonía IP en la sede central de Barcelona, que permita gestionar de forma más eficiente las comunicaciones de la compañía e implementar nuevos servicios.

1.3 CONCEPTOS GENERALES

1.3.1 VoIP

Es la transmisión de datos de voz sobre redes basadas en protocolo de internet (IP). La transmisión se genera dividiendo los flujos de audio en pequeños paquetes que son transportados sobre las redes IP.

El origen de las aplicaciones más populares de implementación de VoIP descansa sobre un software nombrado Asterisk [4, 5] que tiene como atributos principales, uno: ser de código abierto y dos: asociar hardware específico, rutinas y protocolos embebidos.

1.3.2 Protocolos de VoIP

Los protocolos[6] son reglas estrictas para la gestión de la transmisión de los paquetes de datos sobre la red.

Las referencias investigadas[7, 8] permiten considerar que los más utilizados son:

- H323 y H264 aceptados o normalizados para su utilización ITU (International Telecommunications Union)
- G7xx normalizados por GSM (General System Mobile)
- SIP, IAX con autoría de las compañías que soportan VoIP

1.3.2.1 H323:

Se desarrolló como medio para transmitir voz, video, fax, datos y las comunicaciones a través de una red basada en IP al tiempo que se mantiene conectividad con la PSTN. Está basado en el protocolo RDSI Q.931 y está enfocado La obtención de la disponibilidad del destinatario también es una funcionalidad proporcionada; podría estar disponible, no disponible, ocupado, etc. Finalmente permite finalizar una sesión o que ésta sea transferida hacia otro destino.

Se trata de un protocolo de señalización para crear, modificar y terminar sesiones con uno o más participantes. Estas llamadas incluyen llamadas telefónicas por Internet, distribución de datos multimedia, y conferencias multimedia. Tiene una sintaxis muy similar al HTTP.

Ventaja:

- La gran mayoría de los teléfonos IP soportan este protocolo.

Inconvenientes:

- Tiene problemas con la NAT. Los datos y señalización viajan de forma separada y suele necesitar un servidor STUN para resolver este problema.
- Son necesarios muchos puertos, y respectivamente abiertos en el firewall.

1.3.2.2 SIP:^[6]

SIP es un protocolo que proporciona herramientas para trabajar con sesiones. Las sesiones serán llamadas entre dos puntos y éstas se identifican por un call-ID. El call-ID es un identificador de sesión que se crea mediante la dirección de origen, la de destino y otros parámetros de la sesión.

SIP proporciona el establecimiento de una sesión entre un terminal origen y un terminal destino. También permite poder localizar el destino, incluyendo mapeos de nombres, resolución de direcciones y redirección de destinatarios. Otra utilidad es la de determinar las capacidades del terminal de destino; para este fin se utiliza el protocolo SDP.

Obtener la disponibilidad del destinatario también es una funcionalidad proporcionada; podría estar disponible, no disponible, ocupado, etc. Finalmente permite finalizar una sesión o que ésta sea transferida hacia otro destino.

Se trata de un protocolo de señalización para crear, modificar y terminar sesiones con uno o más participantes. Estas llamadas incluyen llamadas telefónicas por Internet, distribución de datos multimedia, y conferencias multimedia.

Tiene una sintaxis muy similar al HTTP.

Ventaja:

- La gran mayoría de los teléfonos IP soportan este protocolo.

Inconvenientes:

- Tiene problemas con la NAT. Los datos y señalización viajan de forma separada y suele necesitar un servidor STUN para resolver este problema.
- Son necesarios muchos puertos. Es necesario abrir muchos puertos en el firewall.

1.3.2.1 IAX

IAX[9] es un protocolo de señalización creado para paliar limitaciones de SIP.

Ventajas:

- Consume mucho menos ancho de banda que el SIP. Los mensajes IAX son codificados de forma binaria mientras que los SIP son mensajes de texto. Así mismo IAX intenta reducir al máximo la cabecera de los mensajes.
- No hay problema de NAT. Los datos y la señalización viajan conjuntamente.
- Solo se necesita el puerto para mandar la información de señalización y los datos de todas las llamadas.

Inconveniente:

- No esta estandarizado y por lo tanto no está muy extendido en dispositivos hardware.

1.3.3 Códecs de VoIP

Para transmitir la voz sobre una red IP, necesitamos codificarla y para ello utilizamos códecs de compresión de audio. Según el códec que se utilice el ancho de banda ocupado será mayor o menor, influyendo en la calidad de los datos transmitidos.

Los códecs más utilizados en VoIP son:

- G711 (calidad de audio es óptima y el consumo de CPU moderado),
- G729 (más optimizado en ancho de banda, pero con consumo de CPU mayor).

1.3.4 Transmisión de la VoIP

Se realiza aprovechando el modelo TCP/IP que consta de 5 capas[3]:

Aplicación, Transporte, Internet, Interface de Red, Físico.

Aplicación	Protocolos especiales (NTP, RTP, RTCP), aseguran la entrega y calidad de los paquetes VoIP.
Transporte	El protocolo UDP transporta los paquetes VoIP desde inicio a fin.
Internet	Se añade la dirección IP al paquete. Cada dispositivo de VoIP (teléfono o PC), tiene una única dirección IP que enruta la entrega de paquetes VoIP para y desde el llamante al receptor durante toda la llamada.
Interface de Red	Se añade la MAC address al paquete.
Físico	En esta capa se convierten todos los paquetes a señales eléctricas o ópticas, para ser transportados sobre la red interna o externa.

Figura 1: Modelo TCP/IP

1.3.5 Ventajas de VoIP

El uso de infraestructura enlazada sobre VoIP aporta ventajas dimensionales, tales como[10]:

Funcionales:

- Provee movilidad de los usuarios.
- Permite comunicación unificada integrando otros servicios disponibles en Internet como son: video, mensajes instantáneos, etc.
- Escalable para futuras sedes.

Gestión:

- Mucho más fácil de instalar y configurar que una central telefónica propietaria.
- Fácil de administrar (por Web, fácil e intuitivo).
- Mejor reporte.

Económicas:

- Voz y datos sobre la misma infraestructura. No necesitamos cableado telefónico separado.
- Reducción significativa de costes al aprovechar Internet.
- Proporciona servicios que normalmente son muy difíciles y costosos de implementar usando la PSTN (identificación de llamadas, conferencias, etc).
- El estándar SIP elimina costosos teléfonos y propietarios.
- Llamadas entre sedes gratuitas.

1.4 ASTERISK

1.4.1 ¿Que es Asterisk?

Es la implementación PBX en software[5], que corre sobre la plataforma Linux o Unix, conectado a la PSTN. Permite conectividad en tiempo real entre redes PSTN y redes IP.

Es una aplicación de código abierto, bajo licencia GPL que fue creada por Marc Spencer de la empresa Digium Inc., y desarrollada junto a programadores de todo el mundo[11].

1.4.2 Arquitectura

Desde el punto de vista de software; Asterisk es modular, también tiene su propia API, su núcleo y su plataforma de desarrollo. Desde el punto de vista de comunicaciones: la configuración tiene (Consola, Interfaz, AMI, Config TXT, Motor SQL). Los módulos son los elementos que tienen que ver con los sonidos y los servicios propios de una PBX.

La arquitectura está basada en 4 APIs:

- API de Canales Asterisk: controla el tipo de conexión por el cual el cliente está llegando (bien sea una conexión SIP, H323, BRI, etc).
- API de Aplicaciones Asterisk: permite a varios módulos de tareas, cumplir varias funciones (multiconferencias, buzones de voz, etc).
- API de Traducción de Códecs: carga módulos, códecs, para apoyar varios tipos de audio, codificando y decodificando formatos tales como G711, G729, GSM, etc.
- API de formato de ficheros Asterisk: controla la lectura y escritura de varios formatos de archivos para el almacenaje de datos en el sistema de archivos.

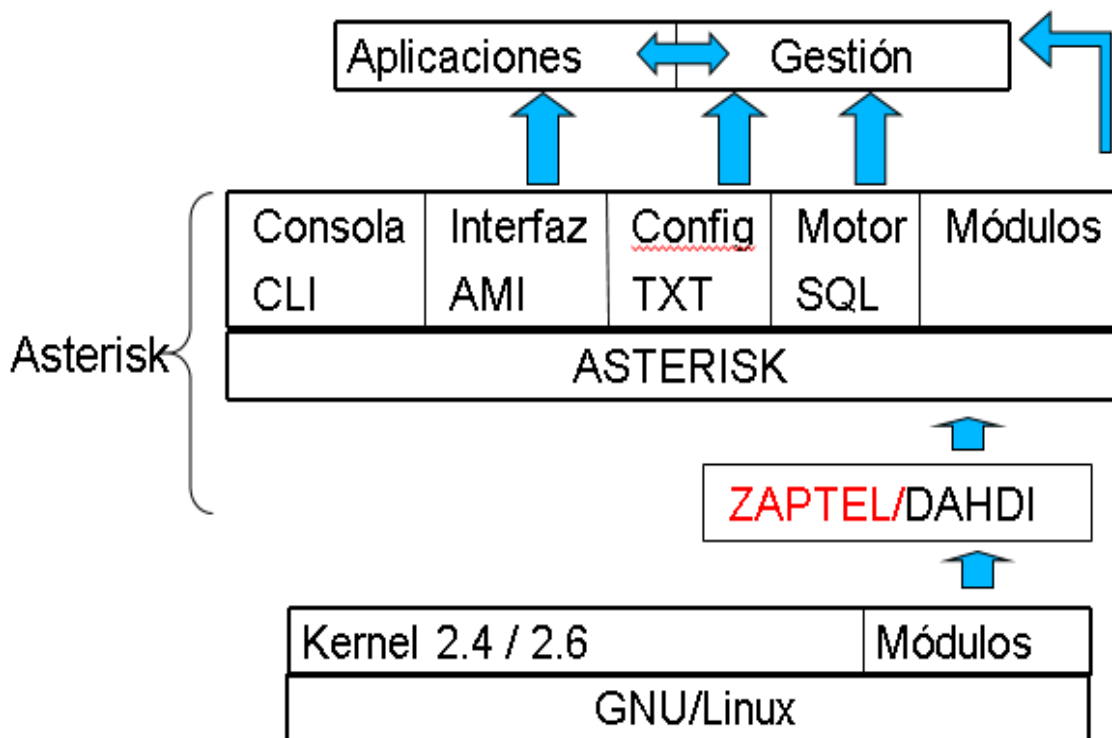


Figura 2: Arquitectura de Asterisk

Usando estas APIs (Ver Figura 3) Asterisk alcanza una completa abstracción entre sus funciones básicas y las tecnologías y aplicaciones relacionadas.

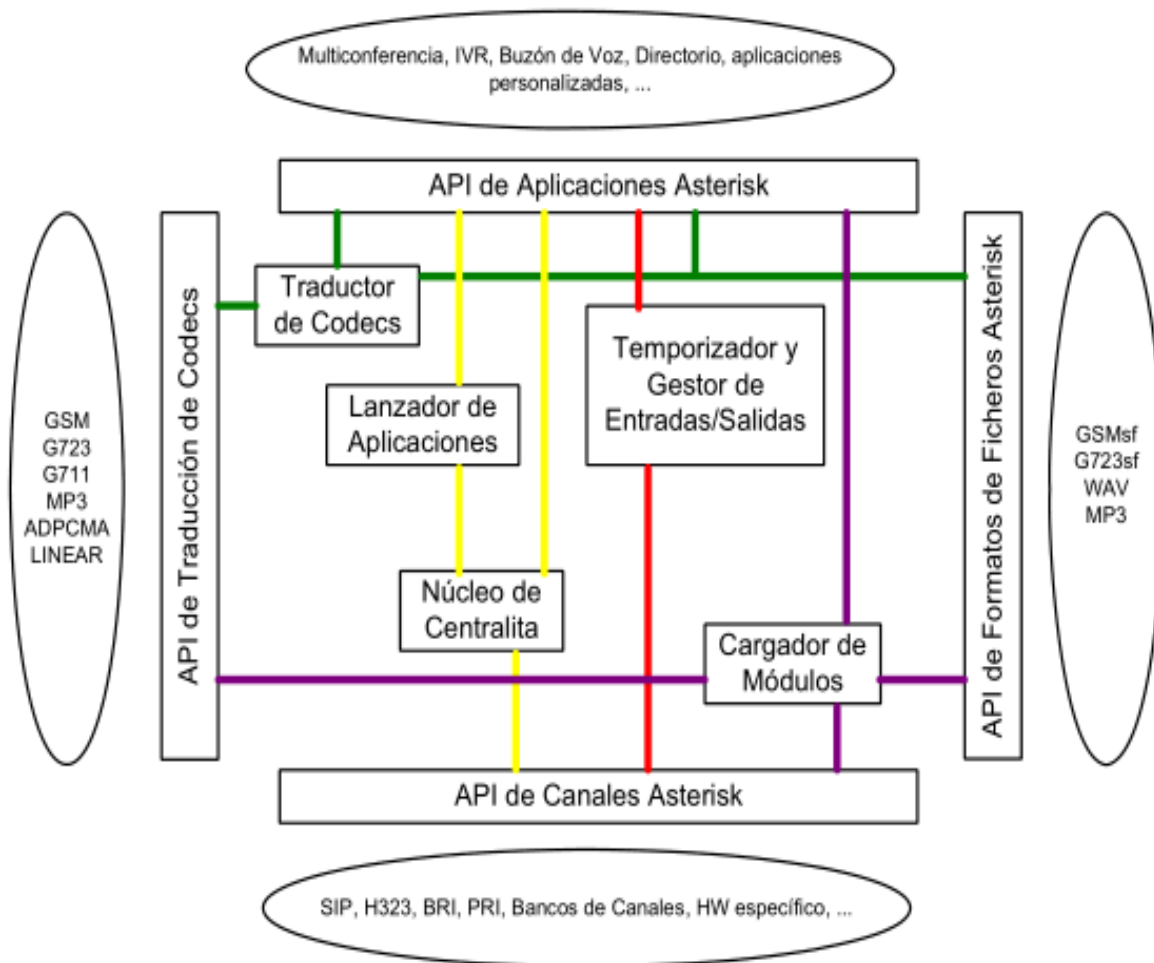


Figura 3: API de Aplicaciones Asterisk

1.4.3 Servicios base Asterisk

Permite implementar los mismos servicios que una centralita clásica, pero sin coste adicional, tales como:

- Transferencia de llamadas, internas y externas.
- Desvío de llamadas si está ocupado o no contesta.
- Opción No molestar (Do Not Disturb).
- Parking de llamadas (Call Parking).

- Llamada en espera (Hold).
- Grupos de llamada (Ring groups).
- Identificador de llamador (CallerID).
- Operadora Digital (menús interactivos y guiados).
- Música en espera y en transferencia (ficheros MP3 actualizables por el usuario).
- Captura de llamadas de forma remota (remote pickup).
- Buzones de voz (general, individuales, por grupos) protegidos por contraseña.
- Gestión de listas negras (números telefónicos con acceso prohibido).
- Salas de conferencia (2 o más terminales simultáneamente).
- Registro y listados de llamadas entrantes y salientes, con gráficas de consumo.
- Detección automática de entrada de faxes.
- Recepción de fax desde el propio sistema y posterior envío por e-mail.
- Gestión de colas de llamadas entrantes.
- Grabación de llamadas entrantes y salientes.
- Monitorización de llamadas en curso.
- Soporta videoconferencia con protocolos SIP e IAX2.

1.4.4 Códecs seleccionables base Asterisk

Para poder transmitir la voz sobre una red IP, necesitamos codificarla y para ello, empleamos códecs de compresión de audio. Según el códec que utilicemos ocupará más o menos ancho de banda y esto influirá mucho en la calidad de los datos transmitidos. Utiliza los códecs de audio: ADPCM, GSM - G.711, G.723.1, G.726, G.729, ilbc, lpc-10, speex.

Los códecs de compresión de audio más utilizados en VoIP son:

- G.711 - es el códec que más se utiliza. La calidad de audio es óptima y el consumo es moderado. Proporciona un flujo de datos de 64 Kbits/s.

- G.729 - Es el más óptimo en ancho de banda, pero el uso de la CPU es mayor. Se suele utilizar para extensiones telefónicas que están fuera de la red local y que por tanto son lejanas. Proporciona un flujo de datos de 8 Kbits/s, aunque también pueden suministrar tasas de 6,4Kbits/s y 11,8 Kbits/s para peor o mejor calidad respectivamente.

1.4.5 Protocolos de Asterisk

Entre los protocolos están soportados: SIP, IAX, MGCP, H.323, H.264 (restringido por estar licenciado como propietario)[9].

SIP: Se conocen dos variantes, pura y channel, puede usarse para comunicar centrales y es configurable a nivel de sistema. Por defecto se usa para definir extensiones.

IAX: Tiene dos versiones, solo la 2 (IAX2) se mantiene en uso. Se usa para extensiones simples o como enlace entre centrales, a través de los llamados troncales o accesos multi-extensión o servicios de pizarra, operadora o información. Es configurable a nivel de sistema.

H323.x: Sirve como base para incorporar atributos de video a las llamadas. Permite gestión de ancho de banda.

1.4.6 Plan de numeración (dialplan)

Indica la ruta y alcance configurables que sigue una llamada desde su punto inicial hasta su punto final a través del sistema. Los puntos a considerar pueden ser extensiones, requerimientos de servicios o centrales. Se trata en líneas generales del comportamiento lógico de la central.

El plan de numeración es un grupo de reglas que indican a la central IP-PBX qué hacer o cómo manejar los números marcados por un usuario. El dialplan hace la función de una tabla de enrutamiento de llamadas; por cada extensión o usuario atendido, ejemplo: marcado de una extensión, se lee la información del dialplan y luego se deciden las rutas; estas extensiones pueden funcionar como enlaces de ingreso o de salida del sistema.

1.4.7 Contexto

Un contexto es una colección de extensiones que tienen propiedades comunes y comparten formas de acceso de entrada y salida, también comunes.

Los contextos, sirven para poder diferenciar “el lugar” donde se desarrolla una llamada y, por ejemplo, aplicar políticas de seguridad para los usuarios. Asterisk no se comporta igual cuando se marca el 1 por un usuario local, que cuando se marca por otro tipo de usuario. En general es una forma de diferenciación.

El dialplan o lógica de comportamiento de Asterisk para realización de llamadas, se puede organizar por grupos o contextos. Las razones de esta organización yacen sobre la seguridad y la diferenciación de accesos y compartición de recursos.

1.5 Administración de Asterisk

La interfaz de administración de sistemas basados en Asterisk pueden ser vía web o vía interfaz de comando (CLI).

La interfaz web se ejecuta desde un navegador web (Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera, y otros).

La interfaz de comandos también se conoce como monitor o consola Asterisk. La más común es Asterisk CLI desde donde se puede depurar y comprobar el funcionamiento del sistema, ejecutar guiones (scripts) y enlazar con el sistema hospedero.

1.5.1 Extensiones

Una extensión es una entrada de registro a una base de datos que cuenta con atributos entre los cuales el más importante es el número identificador. También se puede tener los códecs con los que trabaja, las formas de enlace con otras extensiones, la clave de seguridad y el contexto primario al que pertenece.

La configuración de extensiones requiere de su identificador, ejemplo: [2000], el tipo de extensión: type=friend, el usuario; username=2000, código acceso: secret=asterisk, dirección ip: host=dynamic, contexto: context=external, y otros

como el buzón de correo: mailbox=100, la dirección de enlace (URL numérica) de la central hospedera, los códecs de audio y video (opcional) y el alcance de llamada.

Los tipos de red pueden ser internos (IP en la misma subred y con la misma máscara de red), con puerta de enlace (identificador de puerta de subred y nombre para convertir entre redes), con troncales (para comunicar centrales), con satélites (múltiples centrales dentro de la misma red pero con jerarquías) o frontales a la internet global (servicios que usan conexiones tipo central pero responden a formas diferentes de llamada y enlace tales como Telegram, Skype, Imo o Whatsapp).

Las extensiones pueden ser receptoras (conferencia, buzón de voz), transmisoras (alarma, bienvenida) o dúplex (típica de usuario o de enlace).

La salida o enlace de una extensión puede ser restringida por contextos de pertenencia, por las claves de acceso (usuario y contexto o subred) y por configuración de cortafuegos (nivel servidor de red).

Los usuarios se reflejan a través de su activación y el uso de teléfonos software o softphones y/o teléfonos nativos IP.

1.5.2 Servicios

La instalación de una central VoIP facilita su crecimiento de acuerdo con los servicios agregados[12] por vías tales como: scripts, enchufables (plugins) y rutinas de servicio, todas ellas ligadas al ambiente de desarrollo y soporte API.

Los servicios base incorporados a sistemas tipo Asterisk, entre otros, son:

➤ *Música en espera (Music On Hold)*

La música en espera se utiliza en la cola de llamada “queues” o cuando hay un usuario que está atendiendo una llamada de teléfono y pulsa la tecla de espera “hold”, para retener la llamada y traspasarla a otra extensión. Subimos unos tracks de música en MP3.

➤ *Colas (Queues)*

Las colas, las utilizamos cuando no queremos perder llamadas que van a una extensión y no se responde por estar ocupada o no disponible.

➤ *Conferencias.*

Permite realizar diálogos simultáneos entre tres usuarios dentro de una sala virtual, este servicio se lo puede utilizar para realizar conferencias entre usuarios remotos que se encuentran en distintas áreas geográficas.

➤ *VoiceMail (Buzón De Mensajes).*

Este servicio consiste en un buzón de mensajes de voz para cada una de las extensiones configuradas en el fichero voicemail.conf, el cual permite enviar un mensaje a un correo electrónico con un archivo de audio adjunto.

En el archivo voicemail.conf es donde se configura todo lo relacionado con el buzón de voz.

Este servicio es muy útil ya que no se necesita tener un teléfono con grabadora incluida, donde se pueda dejar un mensaje de voz. En el momento de realizar una llamada a un usuario SIP, si no está disponible o no contesta, la llamada es reenviada al buzón de voz, en donde podrá dejar el mensaje, el cual será enviado al correo electrónico previamente configurado en dicha extensión.

➤ *Reporte de números marcados.*

Asterisk genera CDRs (Call Detail Records) o Registros de Detalle de Llamadas y se los puede almacenar en una base de datos. Accediendo a esta base de datos, se pueden generar reportes que detallan qué extensión llamó a qué número, si la llamada fue contestada o no, cuánto duró la llamada, por qué puerto o línea se realizó la llamada telefónica.

➤ *Colas de Atención.*

Esta característica permite que un ilimitado número de llamantes puedan permanecer en espera hasta que un representante o recurso esté disponible para dar asistencia. Esto permite que usted provea a sus clientes la misma calidad de servicio. Adicionalmente, esto asegura que las personas que llaman siempre tengan la oportunidad de ser atendidas por una persona.

➤ *Identificador de Llamador*

Esta señal es enviada entre las señales de RING o durante el proceso de establecimiento de la llamada, antes de que sea contestada. Asterisk aprovecha esta facilidad y a nivel de extensiones IP soporta plenamente su manejo. Sin embargo, a nivel de líneas de la red telefónica pública conmutada es el proveedor de estas quien debe habilitar o proporcionar esta característica. Se la conoce también como Caller Display o Calling Line Identification Presentation”

➤ *Llamada en espera.*

Esta característica permite que la persona que se encuentra atendiendo una llamada y recibe otra pueda interrumpir temporalmente su primera conversación para atender la segunda llamada y poder acordar un tiempo para devolver o atender su llamada.

Se debe recordar que esta característica afecta muchas veces a las conexiones telefónicas para transferencia de datos, por lo que es común que los clientes la deshabiliten.

➤ *Transferencias*

➤ *Alarmas / Despertador*

➤ *Operadoras y Larga distancia*

➤ *Video llamadas[13, 14]*

➤ *Reporte de número marcados.*

1.5.3 Programación (agregados y desarrollo sobre api, lenguaje C, scripts Asterisk)

Las centrales VoIP pueden construirse sobre hardware dedicado y especializado o como agregación en el caso de extensión a PST; sin embargo, el caso más común es usar hardware (computadoras personales) dedicado o compartido,

En cualquier configuración se incorporan un software base que incluye llamadas a funciones, manejo de memoria, conectividad con bases de datos y menú para instalación y ejecución de aplicaciones; y servicios con las interfaces y manejadores de hardware.

Entre los elementos de software se incluyen un intérprete de comandos (shell), con sintaxis tipo lenguaje C, un programador para el reloj de control y sincronización del sistema, un enlace con las API de desarrollo, enlaces de trabajo con el sistema operativo hospedero, servicios y aplicaciones básicas como el dialplan base inicial.

La instalación de la central incorpora archivos de configuración para todos los servicios básicos, las extensiones tipo servicio, y las extensiones usuario iniciales con sus contextos y dial plan asociados, así como los temporizadores y chunks de memoria asociados a cache y archivos temporales. El proceso post-instalación implica el establecimiento de identificadores de proceso, la re-inicialización, el servicio monitor y el establecimiento del status de proceso sistema con usuarios de nivel de sistema hospedero y de administración de la central.

Para el caso Asterisk, con licencia GPL de open source, el sistema puede ser compilado desde sus fuentes, de forma que se construye un sistema base que puede ser adaptado a necesidades del ambiente de explotación y con componentes de interface sintonizada con las API de desarrollo y con el estado del arte de las herramientas informáticas de soporte.

1.5.4 Configuración de sistemas VoIP

Los elementos de configuración[12] se toman a partir de los archivos de configuración inicial, usualmente suministrados como referentes y necesitados en el siguiente orden:

- Base de datos
- Usuarios administrador y extensiones sistema
- Contextos genéricos, y a la medida
- Plan de llamadas
- Habilitación de servicios
- Adaptación de interfaces
- Agregación de nuevos servicios

1.5.5 Criterios metodológicos para implantación de servicio VoIP

La implantación de servicios sobre VoIP[11] requieren consideraciones sobre:

- Memoria operativa: función del número de usuarios y agregados
- Dedicación del hardware: Genérico o a la medida.
- Hospedaje hardware y software: Real o virtual. Configuraciones de plantillas.
- Tráfico en el entorno de explotación: de acuerdo al tipo de red y dispositivos.
- Tiempo de explotación a plena capacidad: Respuesta conforme a estudios de tráfico y a los valores de comunicación e informáticos esperados
- Tablas de prioridad y formas de seguridad: autorizaciones respecto a entornos propios y conexiones.
- Dinámica de entorno para proporcionar extensiones y nuevos servicios: tráfico.
- Índices de explotación y supervisión: actualización, monitoreo y estadísticas.

1.5.6 Criterios técnicos a considerar para agregados y validación de funcionalidades

Memoria y hardware dedicado: Funcionalidades propias de VoIP asociadas a eco, latencias, demanda de códecs, flujos de datos y complementos de servicio.

Impacto en el tráfico de la red base: variación del número de paquetes, tiempos de identificación, parametrización de códecs y respuesta coordinadas.

Interfaces de aplicación y desarrollo: CLI, GUI y reglas de cercanía.

Diferenciación por contextos: variedad comunicativa y distributiva de los alimentadores y demandantes de servicios.

Índices comunicativos: calidad de servicio, enlaces establecidos y perdidos, eco, latencia, espacio de mensajes, capacidades de simultaneidad.

Heterogeneidad y alcance de extensiones y servicios: se asocia a las operaciones intercontextos o intercentrales.

Extensión a través de software para supervisión, control y modulación de servicios con valor agregado. (en el caso de una empresa, o un entorno académico, y para compartir recursos de soporte comunicativo o backbone),

Elementos comerciales, licencias y afiliación de soporte: Se cuenta con software para instalación manual, automática, por plantillas, con asistentes, por tipo de procesador, por cantidad de procesadores, con licencia comercial y otras licencias.

La plataforma base es Asterisk, de la firma Digium, Inc y sobre este, se tiene Elastix, 3CX, FreePBX, y empaquetamientos como AsteriskNow.

1.6 Metodología de implantación del servicio VoIP

Existen métodos variados de implantación de software[15-22] de gestión empresarial, de aquí, que una compañía puede cambiar desde que se crea hasta que implanta un software “definitivo” con el que trabajar. Pero lo más importante es escoger una buena metodología de trabajo para que consiga el mayor nivel de productividad[20].

Metodología Waterfall o en cascada

Este es el primer método de implantación de software que comenzó a aplicarse en las primeras empresas que tenían estas inquietudes.

Se basa en **realizar un estudio de los requisitos** que debe cumplir la aplicación desde el primer momento. En esta estrategia se detectan, en primer lugar, los objetivos, para luego crear un diseño y una planificación para atacar cada uno de ellos.

Se diseña un plan estratégico que acuerda fechas y metas a cumplir de manera que una vez que se haya ejecutado por completo, se pasa a la fase de implementación y pruebas. Antes de proceder a la implantación en producción hay que comprobar que se cumple con todos los objetivos preestablecidos.

La desventaja principal de esta técnica es que el cliente no vuelve a comprobar si el software le sirve o no hasta la fase de implantación en producción. Esto puede ser que no cumpla con las expectativas que se han ido generando en la empresa con el paso de los meses y que afectan directamente a dicho software.

Metodología ágil o de Scrum

Este método se asemeja en algunas partes con el anterior, pues también analiza las necesidades del cliente y luego hace un diseño y desarrollo previo a la implementación. La gran diferencia que tiene con el método en cascada es que **va cumplimentando objetivos en cortos plazos de tiempo (*sprints*)**.

Por lo tanto, el cliente y los técnicos tienen una conexión más directa y cuentan con la posibilidad de añadir mejoras que vayan surgiendo entre *sprints*.

Es un método que involucra mucho más al cliente y no genera dificultades que se descubren al finalizar el proyecto.

Método Sure Step

Esta metodología está diseñada por Microsoft Corp. y es la que utilizan ellos mismos para trabajar en la propia compañía.

Se trata de una **implantación por fases**. Realizan un orden específico de pasos: **Análisis, diseño, construcción, implementación y objetivo**.

La metodología Sure Step, al contrario que las otras, deja para el final la fase de objetivo, lo que puede ser extraño puesto que el software se debería de diseñar en función de lo que necesite el cliente. Se hace de esta manera para poder añadir cambios si se dan cuenta de que el software creado no cumple las expectativas de objetivo.

Los tres métodos buscan la implantación de software de gestión para empresas en los diferentes modelos de negocio y lo que hacen es, desde diferentes puntos

de vista, buscar la mejor solución para cumplir con los objetivos que tenga creado cada una de dichas empresas.

Estos métodos permiten variaciones

La explotación de un sistema de VoIP basado en LAN debe partir de concepciones de diseño a tono con las tendencias modernas. Y extensiones para los casos centrados en servicios o que orienten el software como servicio (SaaS).

1.6.1 Guía de pasos a seguir para la correcta implantación de un servicio VoIP.

La explotación de un sistema de VoIP basado en LAN debe partir de concepciones de diseño, a tono con las tendencias modernas y extensiones para los casos centrados en servicios, o que se orienten a software como servicio (SaaS).

Etapas 1. Especificaciones del ambiente y requisitos del sistema

En primera instancia, se recomienda un análisis del ambiente IT (Tecnologías de la Información)[23]. En el cual se debe tener en cuenta la topología para la cual se recomienda ethernet, los componentes, tanto activos como pasivos, las aplicaciones, que de aquí en adelante deben brindar su beneficio junto a VoIP sobre la red, anchos de banda disponibles, etc.

Etapas 2. Selección del núcleo, las interfaces básicas y las pruebas iniciales de servicio.

- El núcleo puede ser Asterisk que es open source y la versión sería entre la v10.x y la v15.x, modernas y flexibles. Se debe escoger el sistema operativo, que puede ser alguna de las versiones basadas en Linux, es decir CentOS, Ubuntu, Debian o Suse, compatibles con la filosofía OSS y la licencia GPL, en todos los casos cuentan con repositorios de paquetes para compilación, enlazamiento, instalación y agregación de plugings, APIs, plantillas, macros y con frameworks. Las interfaces para los núcleos asterisk siempre cuentan con CLI y la consola de supervisión y configuración, aunque se pueden usar

interfaces graficas GUI o interfaces web entre las que se cuentan AGI, y FreePBX.

- Las pruebas iniciales se asocian a requisitos mínimos de memoria, velocidad y ancho de banda de ethernet, latencia, contextos diferenciados y tonos de actividad y establecimiento de llamadas o servicios.

Etapa 3. Diseño de interioridades dependientes de los aspectos socio-físicos

- Propuesta de integración (carga del sistema, prioridades, compartición de recursos y la propagación de errores)
- Propuesta de contextos y tipos de usuarios.
- Habilitación de agregados para conferencia, videollamadas y otros servicios.
- Nivel de acceso a los servicios LAN (puerta de enlace, cortafuegos, red inalámbrica y servidor de correo)

Etapa 4. Evaluación de la satisfacción de necesidades

Para manejar el buzón de voz se necesitan: acceso al servidor del correo y un registro en base de datos de almacén de los archivos de voz asociados.

Para establecer una video llamada se debe habilitar los atributos de contexto y extensiones que especifican el tipo y el ancho de banda.

Para establecer la conferencia, multi-conferencia y videoconferencia se deben habilitar los códecs, las extensiones, las alarmas y las banderas de estado y participación.

En los casos de alarma, espera, alerta y diferenciación de tonos por cada extensión se habilitan conmutadores, banderas y valores para los protocolos y los códecs, así como el uso de señales reloj.

Etapa 5. Configuración y conformación de extensiones, servicios y transferencias

Normalmente se pueden tomar archivos editables en los que se cambiarán los atributos correspondientes a las extensiones y los servicios. En el caso de las transferencias se crean archivos o se configuran asociaciones entre extensiones especiales (entre SIP e IAX, troncales y llamadas al sistema anfitrión)

Etapa 6. Diseño del conjunto de indicadores para mantenimiento o actualización

Encontrar o proponer el tamaño adecuado para los buzones, las memorias temporales o caché, la longitud de las colas, la calidad del servicio, el uso del ancho de banda, las estadísticas de servicios y llamadas, y los ciclos de limpieza y actualización.

Etapa 7. Instalar y respaldar

La instalación manual requiere montar el sistema operativo elegido, actualización desde sus repositorios, instalación de paquetes de desarrollo, instalación de gestores de bases de datos, seguridad, protocolos de navegación web, recursos de edición, recursos multimedia y, por último, los elementos de VoIP base y agregados, que luego se configuraran.

La instalación automática implica seleccionar un entorno pre-configurado y pre-empaquetada, que incluye todos los relacionados para el caso manual. Este asistente realiza indicaciones y preguntas cuyas respuestas incorporan pequeñas variaciones de la forma preconcebida por el empaquetador.

Se recomienda activar depuradores automatizados de los diferentes elementos del servicio, así como por niveles del sistema, esto es: plataformas, memorias de usuario, archivos de configuración, estados informativos, reglas y políticas de seguridad, sistema operativo hospedero, temporizadores y cuentas de usuarios.

Capítulo 2: Configuración del sistema.

2.1 Introducción

En este capítulo se muestra el desarrollo de la metodología seleccionada para la implantación de una central VoIP basada en un núcleo Asterisk con interfaz web, alojada en servidores virtuales y por tanto dedicados. Además, se muestra la secuencia de configuración de extensiones, servicios y entornos sobre un ambiente LAN, el plan de numeración de los usuarios, los contextos y la configuración de los servicios seleccionados que se implantarán[21].

2.2 Implantación del servicio VoIP en el ISMMM

La explotación de un sistema de VoIP basado en LAN debe partir de concepciones de diseño a tono con las tendencias modernas[22, 24, 25]. En consideración a la metodología planteada en el epígrafe 1.5 se procede a su aplicación para las condiciones de la intranet del ISMMM[24, 26].

Etapa 1. Especificaciones del ambiente y requisitos del sistema

Se priorizan los intervalos número de usuarios, ancho de banda, tasa de errores, servicios compartidos sobre los servidores, diferenciación de usuarios, estructura de acceso a redes y por tipo de redes.

El nodo central de la red del ISMMM cuenta con servidores físicos y servicios de virtualización que permiten anchos de banda de 100 Mbits/s, servidor de correos, servidor web, controlador de usuarios y accesos, cortafuegos, servidor proxy y programación de mantenimientos.

Los servicios de red ubican entre 1000 y 5000 usuarios finales para los servicios comunicativos participativos[18, 27] como conferencias, chats y compartidos que pueden canalizar información por medio de llamadas telefónicas IP y ser soportados sin tensionar la tasa de errores, latencia, calidad o demoras de servicio, a la vez que mantenerse a la par de las tendencias surgentes para el futuro previsible.

Formas de uso y conexión

La central telefónica Asterisk se establece como servicio o software servidor como proceso o servicio hospedero sobre un sistema operativo[28], usualmente de código abierto, con la finalidad de establecer comunicaciones de voz sobre la red informática a la que se tenga acceso y que garantice la dirección IP para el dispositivo y la extensión usuario.

El acceso al servicio se logra a partir del establecimiento de una extensión registrada como activo en el servidor a través de un softphone instalado en su dispositivo de conexión (PC o teléfono móvil) o teléfono IP.

Componentes del servicio

El servicio consta de módulos asociados a funciones del servicio, códecs para expresiones multimedia, configuración, consola de administración, interfaz web para uso con navegadores, temporizadores, correo de voz, conferencia, conectores con gestores y motores de bases de datos.

Procedimiento de Instalación

Para la instalación del servicio[29] se despliega una imagen instalable (.img o .iso) junto a un cargador en un medio o dispositivo, CD/DVD o stick USB. En este caso la imagen es la de AsteriskNow[30, 31], que contiene todos los módulos de la central Asterisk, la interfaz FreePBX, el servidor de base de datos MySQL, un editor de línea, y los archivos básicos de configuración y enlace. Al completarse la carga se solicitarán los datos para crear el usuario administrador y las inicializaciones, luego del primer reinicio se puede acceder desde un navegador con conexión remota a la ubicación de nuestra central VoIP, para este caso; <http://vozip.ismm.edu.cu>

Solicitud

Se realiza a través de los activos informáticos por especialidad o a través de la administración del nodo central. Como datos se le pide, la dirección de correos y el conocimiento sobre emuladores de teléfonos para asistencia e instalación.

Formularios y Notificaciones.

La notificación de extensión asignada se realiza vía dirección de correos

Los formularios e indicaciones son alcanzados por red, bases de datos y en la dirección de informatización <http://di.ismm.edu.cu>

Conexión con el servidor

A partir de la asignación de la extensión y del softphone con dirección IP reconocida, el enlace con el servidor se realiza como la paquetería IP normalizada.

Terminales

- Hardware: teléfono móvil o PC desktop o personales.
- Software: 3CX o Zoiper sobre MS windows, linux, android, e iOS.
- Mínimos hardware para acceso: 1GB de RAM, 1 cámara, micrófono y speakers.
- Instalación de teléfonos software: se descarga de la URL de la red: <http://di.ismm.edu.cu>. luego se instala y se ejecuta el instalador para el sistema operativo elegido, se ejecuta y se configura. (Ver anexos)
- Configuración de extensiones desde terminales (PCs, tablets, Smartphone)

Etapa 2. Selección del núcleo, las interfaces básicas y las pruebas iniciales de servicio.

Elementos de instalación

- Requisitos

La instalación de una central Asterisk requiere de una imagen .iso o el código fuente del extremo servidor, un sistema operativo servidor dedicado que aloje el servicio, al menos 1 GB de RAM, servidor de direcciones o nombres, navegador web, cortafuegos y red local o global.

- Servidores

Servidor de bases de datos: MySQL

Kernel: Asterisk

Interfaz GUI: FreePBX

Sistema Operativo Servidor: CentOS [29, 30]

Asignación de direcciones (DHCP), nombres, puerta de enlace (Gateway) y seguridad (Firewall).

➤ Servicios base

Mensajes de voz

Salas de chat,

Espacios de foros,

Comunicaciones de voz y video

Memoria de eventos.

➤ Interfaces

GUI basada en web: FreePBX

CLI: consola Asterisk,

Desarrollo: Asterisk SDK



figura 4: Interfaz de FreePBX: pantalla de administración

La forma y paso inicial se toman con AsteriskNow v3.1 con las siguientes características:

- Basada en CentOS y Asterisk v14
- Soporta voz, video y múltiples códecs
- Consola Asterisk y GUI-Web sobre FreePBX v14.
- Permite administración remota y jerarquización de centrales

Etapa 3. Diseño de interioridades dependientes de los aspectos socio-físicos

Integración:

Carga del sistema: servidor virtual dedicado,

Prioridades: Nivel sistema con control de tiempos propio,

Compartición de recursos: A nivel de red

Propagación de errores: Solo por paquetes perdidos. Autocontrol.

Agregados: Conferencia, Video llamadas y Buzón de voz.

Servicios LAN: Puerta de enlace, Cortafuegos, WiFi y Mensajería.

Etapa 4. Evaluación de la satisfacción de necesidades

Buzón de voz: por usuario y con espacio asignado para guardar hasta 100 archivos de mensajes.

Video-llamada: habilitado con 3 códecs base para contextos y con 512 MB de buffer para el ancho de banda LAN.

Banderas activas para alarma, espera, alerta y diferenciación de tonos.

Etapas 5. Configuración y conformación de extensiones, servicios y transferencias

Servicios disponibles

- Buzón: Es un espacio asignado para guardar mensajes según su importancia y prioridad, Se gestiona por el sistema y la administración.
- Llamada en espera: llamada que devuelve tono ocupado y se monta en una cola, si sus atributos lo permiten, que al cambiar el estado ocupada procesa la primera llamada en cola de espera, o sea, la liberación de una extensión genera un chequeo de tono ocupado, identifica el llamador y ejecuta una activación del enlace, pasando por los cambios de atributo correspondiente.
- Alerta: agrega un tono y conecta con las extensiones en la lista de alertas.
- Conferencia: habilita una extensión, normalmente pre-asignada, para generar re-llamadas o permitir la escucha por otras extensiones notificadas de lo emitida por esta extensión de conferencia.
- Reporte de número marcados: Es un enlace que sincroniza la gestión del softphone con el sistema, respecto a todos los intentos de llamadas o solicitud de servicios sin importar completamientos.
- Colas de Atención: Se refiere a la operadora, las alarmas y otros como el despertador, que permiten hacer una lista de solicitudes que se atienden por orden de llegada
- Espera: es un tiempo que se asigna cuando ocurren eventos simultáneos, que deben de ser atendidos sin prioridad
- Llamada: según los atributos que contengan las extensiones a enlazar, los recursos disponibles, establece los vínculos necesarios y permite la conexión full-dúplex correspondiente la comunicación.
- Configuración de la música en espera (Music On Hold): Selecciona el archivo y la duración o ciclo para los casos de extensión ocupada o salida troncal o de servicio temporalmente llenos.
- Configuración de Colas (Queues): Ocurren cuando las salidas o entradas a pizarra, chat, alarmas o formas de espera se activan temporalmente y deben ser respetados los órdenes de solicitud.

- VoiceMail (Buzón De Mensajes): Es un espacio para alojar archivos de audio y de texto, gestionados por los usuarios y las extensiones.
- Identificador de llamador: es una asignación para mostrar el tipo de llamada o el usuario o extensión que la genera

2.3 Contexto

Los contextos definidos para la implantación del servicio en el ISMMM son:

- Administrativos
- Directivos
- Trabajadores
- Estudiantes

El siguiente diagrama de casos de uso del sistema muestra la relación entre los contextos (Roles) y los servicios asociados.

Se debe de aclarar que el sistema por defecto permite que todos los usuarios soliciten los servicios creados, pero el nivel de acceso de cada uno de ellos para solicitar un servicio, dependerá, una vez que comience su explotación, a las decisiones de los directivos, sobre los permisos que serán asignados a los diferentes roles o contextos para solicitar determinado servicio en dependencia de las necesidades.

Para la presente investigación y a modo de prueba, se definió lo siguiente:

Los administrativos serán los encargados de crear las extensiones a solicitud de los usuarios en dependencia del servicio que desee utilizar, partiendo de que por cada servicio es un numero de extensión diferente.

- Los administradores podrán tener una extensión de cada contexto para poder llamar a todos los roles (administradores, directivos, trabajadores y estudiantes)

- Los directivos son los únicos autorizados a solicitar el servicio de correo de voz y a solicitar una extensión para realizar llamadas a directivos, trabajadores y estudiantes.
- Los trabajadores solo podrán solicitar extensiones para llamar a trabajadores y estudiantes
- Los estudiantes solo pueden solicitar una extensión para llamar a estudiantes

Los servicios de conferencia y video llamadas no se incluyen en el diagrama debido a que no se ha definido por los directivos los usuarios que tendrán acceso a estos servicios, hasta que no se comience a explorar el sistema.

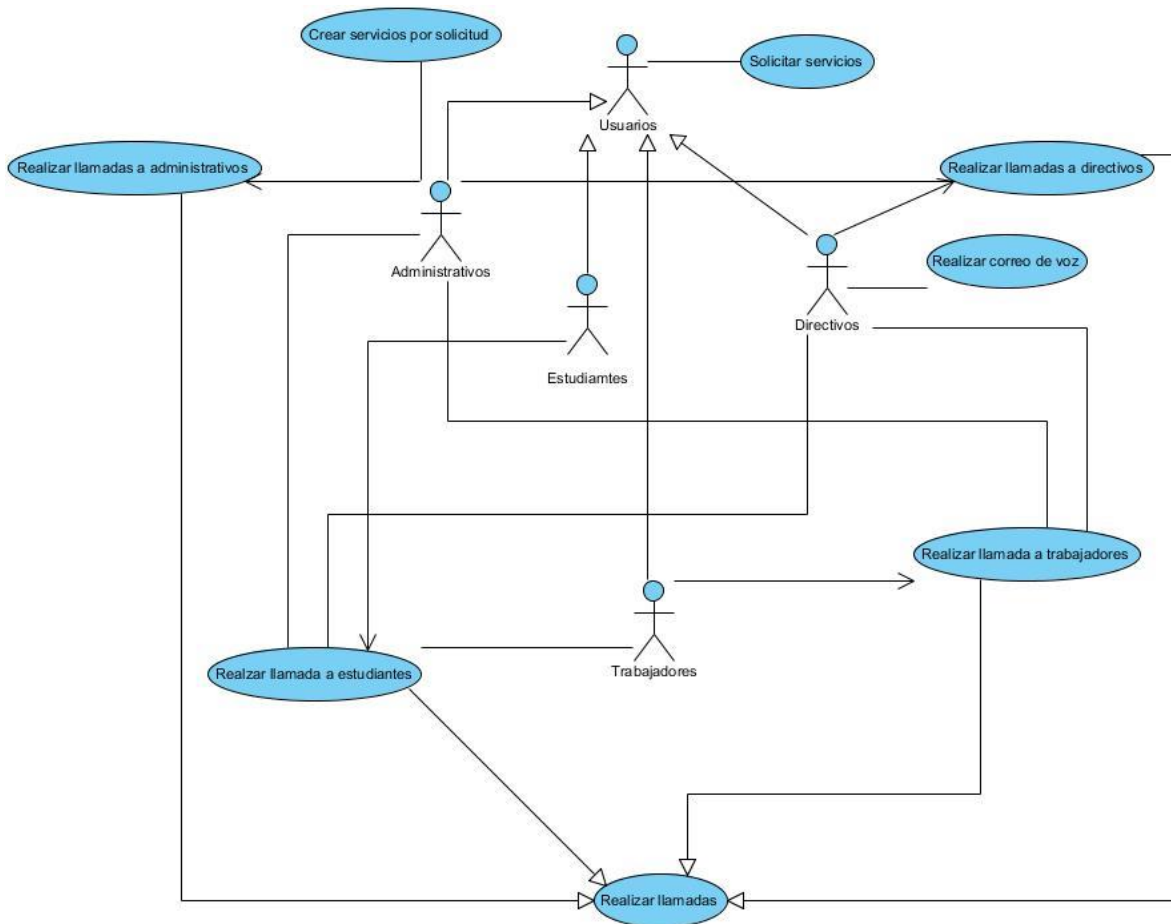


Figura 5: DCSU: Servicios VoIP en el ISMMM

2.4 Plan de numeración

El ISMMM no ha dispuesto hasta el momento de un plan de numeración que permita establecer sobre la red un sistema de IP-PBX. Por esta razón, como parte del trabajo, se elaboró y propuso un plan de numeración basado en la información de la red IP del ISMMM y el código de las provincias del plan de numeración telefónica de ETECSA. El mismo posee el siguiente formato o estructura:

Código de Numeración: “Código de la provincia (dos dígitos como máximo) concatenado con el prefijo del segundo campo de la red IP ficticia del ISMMM (dos dígitos como máximo) + contexto (nivel al que pertenece): Administrativo (1), Directivo (2), Trabajadores (3), Estudiantes (4) + extensión asociada con el usuario”

Con esta estructura y a manera de ejemplo se tendría:

24-28-1-XXXX: Significa un número localizado en Holguín (24), específicamente en el ISMMM (28 por su red IP ficticia asignado al Instituto), que representa el número 1 (nivel Administrativo) de la extensión XXXX.

2.5 Configuración de Extensiones

Las extensiones se disponen el protocolo SIP y no se definen troncales ni jerarquías para otras llamadas o transferencias.

Se asigna un identificador, en nuestro caso 2428xxxx, con asociación a un contexto y una plantilla que configura los códecs, las funciones-servicio permitidas y los accesos a mensajería, funciones de apoyo y agregados.

Las extensiones van a pertenecer a uno de contextos que son: administrativos, directivos, trabajadores y estudiantes, con acceso jerarquizado en ese mismo orden. Lo habilitado para los estudiantes sirve para todos, pero lo habilitado para los administradores solo sirve para ellos.

Add SIP Extension

General Voicemail Find Me/Follow Me Advanced Other

— Add Extension

This device uses CHAN_SIP technology listening on Port 5060 (UDP)

User Extension

Display Name

Outbound CID

Secret

— Language

Language Code

— User Manager Settings

Link to a Default User

Username Use Custom Username

Password For New User

Groups

» Submit Reset



FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc.
FreePBX 13.0.151 is licensed under the GPL
Copyright © 2007-2018



Figura 6: Creación de extensiones SIP

2.6 Implementación de Softphone

Un softphone es un teléfono que funciona por software.

Entre los múltiples softphones gratuitos que hay en el mercado hemos elegido el Zoiper por su fácil configuración hasta que se comience a explorar el sistema.

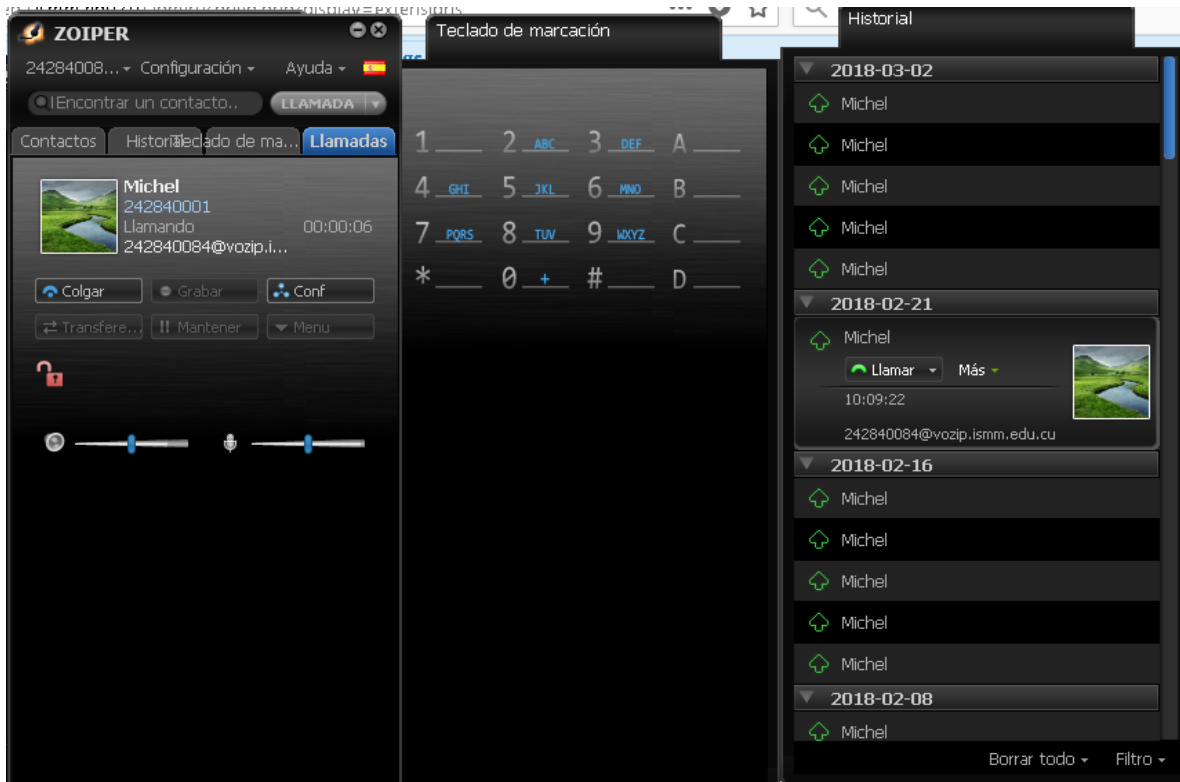


Figura 7: Softphone Zoiper trabajando

2.7 Tonos Respuesta

Los agregados modulares del sistema incluyen la selección de tonos para las funcionalidades y los referidos a las formas tradicionales de telefonía, como son los de ocupado, llamada entrante, espera, grabación de mensaje de voz y otros.

Etapas 6. Diseño del conjunto de indicadores para mantenimiento o actualización

Propuesta de tamaño adecuado para los buzones:

Propuesta de memorias temporales:

Ancho de banda:

Estadísticas de servicios y llamadas:

Ciclos de limpieza:

- Sin actualización automática.

Etapas 7. Instalación

- Sin respaldo automático

2.8 Configuración de servicios

Instalación

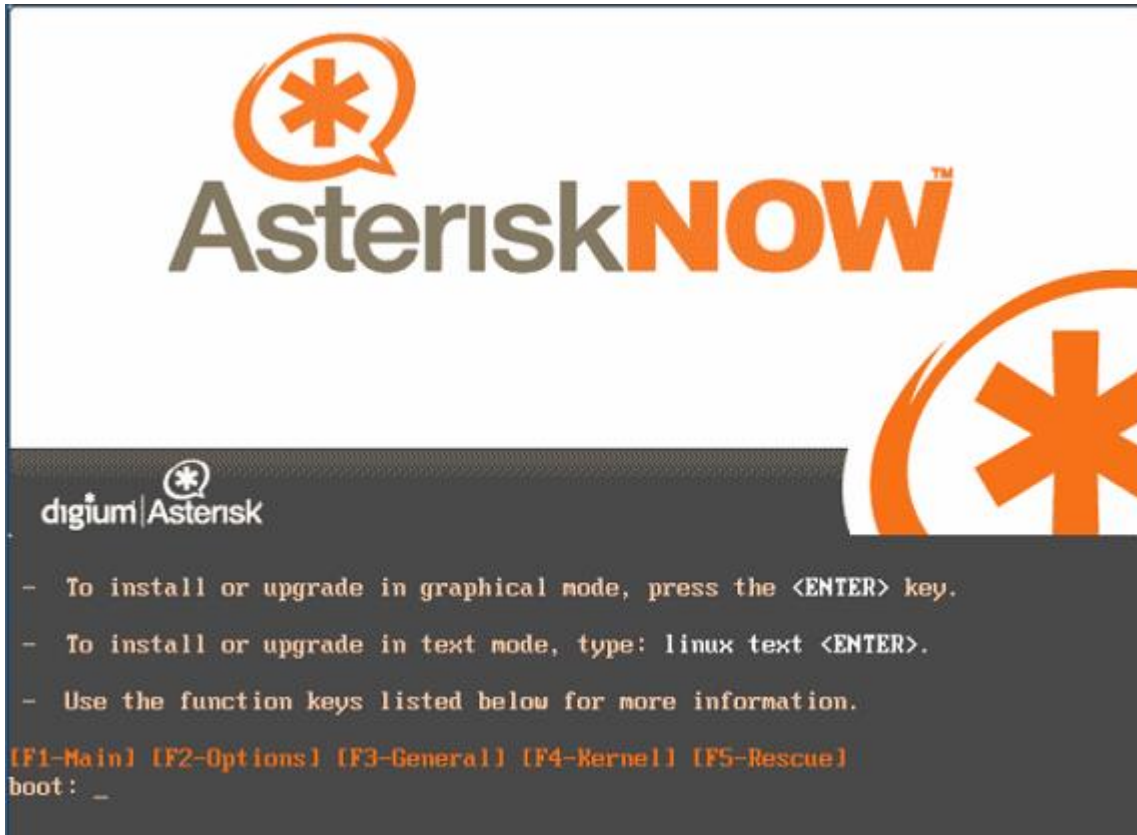



Figura 8: Instalación de Asterisk

Administrator Password

In order to use AsteriskNOW, you must set a password for the Administrator account, "admin".

This password will be used to login to the system. It will also be the same password for accessing the Asterisk GUI and the Asterisk Manager Interface. In order to do any super-user operations you will need to use 'sudo'. For information on using sudo, please visit <http://en.wikipedia.org/wiki/Sudo>

 The admin account is used for administering the system. Enter a password for the admin user.

Admin Password:

Confirm:

Figura 9: Creación de la cuenta administrador

➤ Conferencias

Conferences: Add

Conference Number ?	<input type="text" value="242810008"/>
Conference Name ?	<input type="text" value="prueba"/> 6/50
User PIN ?	<input type="text" value="1234"/>
Admin PIN ?	<input type="text" value="1234"/>
Language ?	<input type="text" value="Inherit"/>
Join Message ?	<input type="text" value="None"/>
Leader Wait ?	<input type="button" value="Yes"/> <input type="button" value="No"/>
Leader Leave ?	<input type="button" value="Yes"/> <input type="button" value="No"/>
Talker Optimization ?	<input type="button" value="Yes"/> <input type="button" value="No"/>
Talker Detection ?	<input type="button" value="Yes"/> <input type="button" value="No"/>
Quiet Mode ?	<input type="button" value="Yes"/> <input type="button" value="No"/>
User Count ?	<input type="button" value="Yes"/> <input type="button" value="No"/>
User join/leave ?	<input type="button" value="Yes"/> <input type="button" value="No"/>
Music on Hold ?	<input type="button" value="Yes"/> <input type="button" value="No"/>
Music on Hold Class ?	<input type="text" value="inherit"/>
Allow Menu ?	<input type="button" value="Yes"/> <input type="button" value="No"/>
Record Conference ?	<input type="button" value="Yes"/> <input type="button" value="No"/>
Maximum Participants ?	<input type="text" value="20"/>
Mute on Join ?	<input type="button" value="Yes"/> <input type="button" value="No"/>
iSymphony	
Add to iSymphony ? <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Submit"/> <input type="button" value="Reset"/>



FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc.
FreePBX 13.0.151 is licensed under the GPL
Copyright © 2007-2018



Figura 10: Creación de conferencias

➤ *VoiceMail (Buzón De Mensajes).*

Add SIP Extension

General Voicemail Find Me/Follow Me Advanced Other

Voicemail

Enabled Yes No

Voicemail Password

Require From Same Extension Yes No

Disable (*) in Voicemail Menu Yes No

Email Address

Pager Email Address

Email Attachment Yes No

Play CID Yes No

Play Envelope Yes No

Delete Voicemail Yes No

VM Options

VM Context

VmX Locator™

Enabled Yes No

Use When: Unavailable Busy

Voicemail Instructions: Yes No

Press 0: Go To Operator

Press 1:

Press 2:

» Submit Reset



FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc. FreePBX 13.0.151 is licensed under the GPL. Copyright © 2007-2018



Figura 11: Habilitar correo de voz

➤ *Llamada en espera.*

— Extension Options

Asterisk Dial Options ⓘ	Ttr <input type="checkbox"/> Override
Ring Time ⓘ	Default
Call Forward Ring Time ⓘ	Default
Outbound Concurrency Limit ⓘ	3
Call Waiting ⓘ	<input checked="" type="button" value="Enable"/> <input type="button" value="Disable"/>
Call Screening ⓘ	Disable
Pinless Dialing ⓘ	<input type="button" value="Disable"/> <input checked="" type="button" value="Enable"/>
Emergency CID ⓘ	
Internal Auto Answer ⓘ	<input type="button" value="Disable"/> <input checked="" type="button" value="Intercom"/>
Intercom Mode ⓘ	<input checked="" type="button" value="Enabled"/> <input type="button" value="Disabled"/>
Queue State Detection ⓘ	Use State

— Recording Options

»

Figura 12: Habilitar llamada en espera

2.9 Pruebas de funcionamiento.

Tabla 1: Prueba de aceptación llamada de voz

Prueba de aceptación
Nombre del servicio: llamada de voz
Nombre: Yeliany Prieto Arguelles
Descripción: intercambio vía voz de dos usuarios
Condiciones de ejecución: el usuario tiene que tener una extensión asignada, un dispositivo (teléfono celular, Tablet, laptop, etc) con un softphone instalado y configurado con dicha cuenta y conectado a la red del ISMMM.
Entrada/Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none">1. Marcar número de extensión al que desea llamar2. Seleccionar la opción llamar3. Terminar llamada
Resultado Esperado: la llamada fue realizada y atendida correctamente
Evaluación de la prueba: Satisfactoria

Tabla 2: Prueba de aceptación conferencia

Prueba de aceptación
Nombre del servicio: conferencia
Nombre: Yeliany Prieto Arguelles
Descripción: intercambio vía voz de varios usuarios
Condiciones de ejecución: los usuarios tienen que tener la contraseña para entrar a la conferencia, un dispositivo (teléfono celular, Tablet, laptop, etc) con un softphone instalado y configurado y conectado a la red del ISMMM.
Entrada/Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. Marcar número de extensión de la conferencia 2. Insertar la contraseña de dicha conferencia 3. Terminar conferencia
Resultado Esperado: la conferencia fue realizada y atendida correctamente
Evaluación de la prueba: Satisfactoria

Luego de las pruebas de aceptación, la adición de extensiones distribuidas por contextos, así como servicios, se procede a las pruebas iniciales[18] de explotación referidas a la carga del sistema y a las transferencias o intercambios con el resto del conjunto de servidores asociados a las comunicaciones unificadas.

La siguiente figura permite examinar el tráfico de paquetes asociados al servicio implantado bajo las condiciones iniciales de explotación[32, 33], es decir, servicios activos, usuarios y establecimientos, inicializaciones e los intercambios entre los elementos de enlace.

La gráfica ilustra los paquetes por miles transferidos a la red en el transcurso del tiempo muestreado sobre el tiempo y con el uso de la herramienta WireShark[34].



Figura 13: Gráfica de tráfico de paquetes

VALIDACIÓN Y PRUEBA DE ERRORES

Probamos que todas las configuraciones que hemos hecho funcionan correctamente.

2.10 Conclusiones Parciales

Se definió y aplicó una metodología de implantación que permitió configurar los servicios seleccionados, que a su vez permiten la formulación de experimentos y pruebas para el paso a la fase de explotación. Dando respuesta a las tareas correspondientes al desarrollo de la metodología.

Capítulo 3: Estudio de Factibilidad

3.1 Introducción

El presente capítulo propone identificar las causas que ameritan la implantación del servicio VoIP, a través de un estudio de factibilidad para determinar la infraestructura tecnológica y la capacidad técnica que implica la implantación del sistema en cuestión, así como los costos, beneficios y el grado de aceptación que la propuesta genera en el ISMMM.

El estudio de factibilidad es una de las primeras etapas de la planificación de proyectos informáticos. Esta consiste en determinar si el proyecto es beneficioso para la institución en cuanto al logro de sus objetivos o metas. Para ello se identifican la infraestructura tecnológica y la capacidad técnica que implica la implantación del sistema en cuestión, así como los costos, beneficios y el grado de aceptación que la propuesta genera en la institución.

De esta forma, resulta conveniente desglosar el estudio en:

- Factibilidad Técnica
- Factibilidad Económica
- Factibilidad Operativa

3.2 Factibilidad técnica.

La Factibilidad Técnica consiste en realizar una evaluación de la tecnología existente en la organización, este estudio está destinado a recolectar información sobre los componentes técnicos que posee la organización y la posibilidad de hacer uso de los mismos en el desarrollo e implementación del sistema propuesto y de ser necesario, los requerimientos tecnológicos que deben ser adquiridos para el desarrollo y puesta en marcha del sistema en cuestión. De acuerdo a la tecnología necesaria para la implantación del servicio VoIP en el ISMMM, se evaluó bajo los enfoques: Hardware y Software.

3.2.1 Hardware

Los requerimientos mínimos necesarios para la implantación del servicio son:

- Montaje de la infraestructura de la red (cabreada o wifi)
- 1GB de RAM
- Micrófonos o audífonos con micrófonos
- Speakers

Para la utilización del servicio se pueden tener las siguientes variantes:

- Computadora desktop o personal
- Equipos inalámbricos (teléfonos móviles o laptops)

Según la evaluación del hardware existente, no se requirió realizar inversión inicial para la adquisición de nuevos equipos, ni tampoco para mejorar o actualizar los existentes, ya que los mismos satisfacen los requerimientos establecidos para la puesta en funcionamiento del sistema propuesto.

Tabla 3: Características de los medios de cómputo del ISMMM.

Características de los medios de cómputo	
Servidor	Procesador: 2 virtualizados sobre PROXMOX
	Memoria RAM: 8 GB
	Disco Duro: 100 GB
	Inversores con baterías
Estaciones de trabajo	Procesador : virtualización sobre PROXMOX
	Memoria RAM: 2 GB
	Disco Duro: 500 GB
	Unidad de Protección UPS

3.2.2 Software

Los requerimientos mínimos de software necesarios para la implantación del servicio VoIP son:

1. Que los teléfonos soporten conexión wifi
2. Tener una cuenta en la red del ISMMM
3. Sistema operativo (los que abarca el software Asterisk)

El ISMMM cuenta con las aplicaciones necesarias para la implantación del servicio. No se requiere inversión alguna para la adquisición de las licencias de las mismas. Las estaciones de trabajo operan en ambiente Windows y tienen instalado un navegador web, única herramienta necesaria para acceder al sistema. El servidor se encuentra instalado sobre una plataforma Windows.

Tabla 4: Aplicaciones instaladas en las computadoras del ISMMM.

Aplicaciones Instaladas	
Servidores	Sistema Operativo Linux CentOs 5.1.
	Paquete tecnológico XAMPP
Estaciones de trabajo	Sistema Operativo Windows 7, 8 ó Windows 10
	Navegadores Mozilla Firefox e Internet Explorer

Según el tipo de servicio se debe de contar con lo siguiente:

Las estaciones de trabajo y equipos inalámbricos deben:

➤ Servicio de llamada:

1. Tener una cuenta en la red ISMMM
2. Estar registrado en el sistema

3. Estar conectada a la red ISMMM

4. Los requerimientos mínimos de hardware y software especificados anteriormente.

➤ Servicio de correo de voz

1. Los requisitos especificados para el servicio de llamada

2. La capacidad del disco duro del servidor (FreePBX), hasta 10MB x administrativo (en este caso se refiere a los usuarios que tengan el rol administrativo)

➤ Conferencia

1. Los requisitos especificados para el servicio de llamada

2. En el caso de los equipos inalámbricos varía la cobertura (en dependencia del nivel de cobertura wifi que tenga el teléfono). Se recomienda que a la hora de realizar la conexión estén cercanos a un punto wifi.

➤ Video llamada

1. Los requisitos especificados para el servicio de llamada

2. Cámara de video

Como resultado de este estudio técnico se determinó que el instituto posee la infraestructura tecnológica (Hardware, Software) necesaria para la puesta en funcionamiento del servicio.

3.3 Factibilidad Económica

A continuación, se presenta un estudio que dio como resultado la factibilidad económica en la implantación del nuevo servicio. Se determinaron los recursos para desarrollar, implantar y mantener en operación el servicio programado, haciendo una evaluación donde se puso de manifiesto el equilibrio existente entre los costos del sistema y los beneficios que se liberaron de este, lo cual permitió observar de una manera más precisa las bondades del servicio propuesto.

3.3.1 Evaluación de Costo Beneficio

La técnica de análisis de Costo-Beneficio, tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios (efectividad) esperados en la realización del mismo:

- El costo involucra la implementación de la solución informática, adquisición y puesta en marcha del servicio y los costos de operación asociados.
- La efectividad se entiende como la capacidad o facultad para lograr un objetivo o fin deseado, que se han definido previamente, y para el cual se han desplegado acciones estratégicas para llegar a él, es decir, un proyecto será más o menos efectivo con relación al mayor o menor cumplimiento que alcance en la finalidad para la cual fue ideado (costo por unidad de cumplimiento del objetivo). Este puede estar justificado por los beneficios tanto tangibles como intangibles que origina el mismo. En este proceso, se necesita de una selección adecuada de los elementos más convenientes para su evaluación.

Efectos Económicos

Pueden clasificarse como:

- Efectos directos.
- Efectos indirectos.
- Efectos externos.
- Intangibles.

Efectos directos:

Positivos

- Se cuenta con una herramienta capaz de mantener la seguridad e integridad de los datos que se procesan.
- El administrador y los usuarios del servicio tendrán la posibilidad de realizar de forma integrada las actividades asociadas al servicio VoIP.
- A través del software se mejorará la gestión de la información y la comunicación entre los usuarios involucrados, así como un mayor flujo de información entre ellos.

Negativos

- Para usar el servicio es vital el uso de un ordenador conectado a la red, aparejado a la necesidad de estar lo más cercano a un punto wifi en caso de los equipos inalámbricos.

Efectos Indirectos:

- Los efectos económicos observados, que pudieran repercutir positiva o negativamente, como, por ejemplo, un software similar que pudiera competir contra el propuesto, en el caso de este proyecto no son perceptibles, por el hecho de que está creado en base a las características específicas del entorno del ISMMM.

Efectos externos:

Se contará con servidores adicionales para el correo, la gestión de usuarios y bases de datos, la asignación de direcciones IP y reglas del cortafuego.

Intangibles:

En la valoración económica siempre hay elementos perceptibles por una comunidad como perjuicio o beneficio, pero al momento de ponderar en unidades monetarias esto resulta difícil o prácticamente imposible. Como ejemplo de lo anterior, en el proyecto se muestran los siguientes efectos que no se pueden medir de forma monetaria:

- Mayor comodidad para los usuarios a la hora de comunicarse con el resto de los usuarios de la red.
- Constituirá una vía rápida y directa de delegar o asignar tareas, además de gestionar información.
- El servicio ofrece una nueva forma de comunicación, brindando la posibilidad de que los usuarios puedan comunicarse por vía telefónica de forma gratuita.

A fin de medir con precisión los efectos, deberán considerarse dos situaciones:

Situación sin el producto

Actualmente el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa presenta la siguiente situación:

1. La gestión y las comunicaciones no son automáticas y dependen de líneas fijas y móviles asociadas en su mayoría al proceso de dirección y no la gestión universitaria.
2. La consultas o intercambios en línea están restringidos al chat.
3. Los servicios telefónicos actuales del ISMMM dependen de los servicios que brinda ETECSA, que además están limitados a la jerarquía de dirección y a los teléfonos públicos debido a las que no existe una pizarra del tipo privado.
4. Se puede incorporar valor agregado mediante el uso de ancho de banda del que ya dispone la intranet.

5. Para usar los servicios de chat que existen, por ejemplo, los del correo zimbra, Moodle y los jabber, deben de estar autenticados en el servidor.

Situación con el producto

Con el producto informático desarrollado se tiene la siguiente situación:

1. El proceso de comunicación y gestión de información será más rápido.
2. Se adicionan a todo lo ancho de la intranet accesos telefónicos, tanto de forma inalámbrica como cableada.
3. Se integra la telefonía con la gestión y los procesos universitarios
4. Se expanden los servicios telefónicos con las llamadas de voz y surgen las video llamadas y las conferencias.
5. Surge una nueva forma de chat, debido a que para usarlos los usuarios no tienen que autenticarse en el servidor

Beneficios y Costos Intangibles en el proyecto

Costos:

- Resistencia al cambio de las personas a utilizar el software.

Beneficios:

- Disminución del tiempo y esfuerzo que se invierte en esta tarea realizada comparada a como se realiza hasta el momento.
- Mayor comodidad para los usuarios.
- Poder utilizar o llamar desde cualquier parte del ISMMM que esté conectado a la red, permitiendo el ahorro de tiempo cuando se puede llamar desde un móvil o desde la misma computadora en vez de tener que trasladarse hacia un teléfono fijo.
- En un futuro próximo para los teléfonos corporativos se podrá viabilizar la comunicación con el uso del APN institucional. Se podrá utilizar el software desde cualquier parte del país que esté conectada a la red CUBACEL, incluso sin tener saldo.

Ficha de costo

Para la elaboración de la ficha se considerarán los siguientes elementos de costo, desglosados en moneda libremente convertible y moneda nacional.

3.3.2 Costos en Moneda Libremente Convertible

Tabla 5: Ficha de Costo en Moneda Libremente Convertible.

Ficha de Costo.	
Costos Moneda Libremente Convertible	Precio(s)
<i>Costos Directos</i>	
Compra de equipos de cómputo	0,00
Alquiler de equipos de cómputo	0,00
Compra de licencia de Software	0,00
Depreciación de equipos	28,00
Materiales directos	0,00
Subtotal	0,00
<i>Costos Indirectos</i>	
Formación del personal que elabora el proyecto	0,00
Gastos en llamadas telefónicas	0,00
Gastos para el mantenimiento del centro	0,00
KnowHow	0,00
Gastos en representación	0,00

Subtotal	0,00
Gastos de Distribución y Venta	
Participación en ferias o exposiciones	0,00
Gastos en transportación	0,00
Compra de materiales de propagandas	0,00
Subtotal	0,00
Total	28,00

3.3.3 Costos en Moneda Nacional

Tabla 6: Ficha de Costo Moneda Nacional.

Ficha de Costo.	
Costos Moneda Nacional	Precio(s)
Costos Directos	
Salario del personal que laborará en el proyecto	400,00
12,5% del total de gastos por salarios se dedica a la seguridad social	0,00
9.09% de salario total, por concepto de vacaciones a acumular	0,00
Gasto por consumo de energía eléctrica	53.80
Gastos en llamadas telefónicas	0,00

Gastos administrativos	0,00
Subtotal	453,80
Costos Indirectos	
KnowHow	0,00
Subtotal	
Total	453,80

La evaluación económica se efectúa conjuntamente con la evaluación técnica del proyecto, que consiste en cerciorarse de la factibilidad técnica del mismo. En el análisis de la factibilidad técnica del proyecto, se pudo apreciar que se cuenta con la disponibilidad de *hardware/software*, por lo que se puede inferir que el proyecto es factible técnicamente y no necesita de inversión alguna para su realización, por tanto, la decisión de inversión recae en los beneficios del uso del servicio VoIP en el ISMMM, independientemente de esto, una vez que se extienda el servicio a la intrared del MES, automáticamente habrá una reducción sustancial en los costos monetarios de los servicios telefónicos del centro.

Como se hizo referencia anteriormente, la técnica seleccionada para evaluar la factibilidad del proyecto es la Metodología Costo-Beneficio. En la presente investigación los beneficios tangibles son evidentes. Para esta técnica es imprescindible definir una variable discreta que haga variar los costos. Teniendo en cuenta que el costo para este proyecto es poco significativo, se tomará como costo, los tipos de servicios existentes para hacer uso de la telefonía en función de la gestión y los procesos universitarios.

Valores de la variable (Antes del proyecto)

1. Existencia del servicio de llamada prepago
2. No existencia del servicio de correo de voz

3. No existencia del servicio de video llamadas
4. No existencia del servicio de conferencia

Valores de la variable (Solución con el sistema)

1. Existencia del servicio de llamada prepago y de forma gratuita
2. Existencia del servicio de correo de voz
3. Existencia del servicio de video llamadas
4. Existencia del servicio de conferencia

3.4 Conclusiones Parciales

En este capítulo se realizó el estudio de factibilidad mediante La Metodología Costo-Beneficio. Se analizó la factibilidad técnica demostrándose que la institución cuenta con la infraestructura necesaria. Para la factibilidad económica se llevó a cabo un análisis de costo beneficio, considerando los efectos económicos, los beneficios y costos intangibles, así como el cálculo del costo de ejecución del proyecto mediante la ficha de costo, arrojando como resultado \$ 28.00 CUC y \$ 453.80 MN, demostrándose la factibilidad del proyecto.

Conclusiones Generales

Con el desarrollo del proyecto se realizó el cumplimiento del objetivo propuesto en esta investigación, arribándose a las siguientes conclusiones:

- El estudio de los conceptos, protocolos y estándares de voz sobre IP permitió la comprensión del funcionamiento de las redes VoIP, lo cual constituyó la base fundamental para la implementación de una pizarra Asterisk en el ISMMM
- Se realizó un estudio y selección de las tecnologías y herramientas a utilizar para el diseño e implantación del servicio.
- Se implantó el servicio de telefonía VoIP en la red universitaria del ISMMM.
- La gran cantidad de servicios que propone Asterisk encaran con solidez los problemas de comunicación que enfrenta actualmente la UCF, lo que hace posible un diseño sólido de una PBX y su implementación sobre la red del instituto.
- Se realizaron las pruebas al *software* que garantizaron la calidad del servicio.
- Se realizó el estudio de factibilidad mediante el método costo-beneficio, proporcionando una medida de la rentabilidad del proyecto.

Recomendaciones

1. Que se configure y comparta el servicio VoIP con otros CES adscriptos al MES.
2. El fortalecimiento y crecimiento del nivel de integración con otros servicios de la plataforma de comunicaciones unificada del ISMMM.
3. La realización experimental de pruebas de carga de estrés.
4. La sugerencia de consistencia respecto a la publicación de nuevos servicios, especificaciones, actualizaciones y solicitudes por parte de los usuarios como parte de la página de la dirección de informatización del ISMMM, sección VoIP.

Bibliografía

1. GARCÍA, G. and H. MIRANDA, *La informatización de la sociedad cubana: un reto para la Educación Técnica y Profesional*. Pedagogía Profesional, 2010. **vol. 8** (2).
2. Frometa Aponte, F.D. and A.A. Noste Pérez, *Sistema de Comunicaciones Unificadas del Nodo Nacional de la Red Nacional Universitaria del Ministerio de Educación Superior*, in *Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones*. 2017, Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”: La Habana.
3. Barberán Plaza, J., *Implantación de un sistema VoIP basado en Asterisk*. 2015.
4. Voip-info. *Voip-info, Asterisk dimensioning* Available from: <https://www.voip-info.org/wiki/view/Asterisk+dimensioning>
5. Madsen, L., Meggelen & and R. Bryant, *Asterisk™: The Definitive Guide*. 2011.
6. Julia, S. *Que son los protocolos de señalización VoIP*. Available from: <http://www.gadae.com/blog/que-son-los-protocolos-de-voip/>
7. *codecs*. Available from: <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>.
8. *audio*. Available from: <http://www.itu.int/net/itu-t/sigdb/speaudio/Gseries.htm>.
9. *W3C, IETF, IAX: Inter-Asterisk eXchange Versión 2*.
10. Boza-Monge, L.D., *Diseño e implementación del plan piloto de un sistema de comunicación VoIP usando tecnologías de código abierto*. 2016.
11. Castellanos Hernández, J.M., C.A.R. López, and C.A.L. Acosta, *PROPUESTA DE UNA PIZARRA ASTERISK EN LA UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS*. *Revista Universidad y Sociedad* [seriada en línea], 2016. 8 (2): p. 97-106.
12. Blanco Correa, H. and J.L. García Grazziani, *Simulación y Caracterización de nuevos servicios en redes IP*, in *Escuelas de Ingeniería y Administración*. 2011, Universidad Pontificia Bolivariana. .
13. Casilari Pérez, E., *Caracterización y modelado de tráfico de video VBR*, in *Departamento de Tecnología Electrónica, E.T.S.I Telecomunicación, Universidad de Málaga*. 1998, E.T.S.I Telecomunicación, Universidad de Málaga.
14. Soria-Vargas, R., et al., *Sistema de video llamadas seguras empleando una PBX-Asterisk*. *Científica*, 2015. 19(2): p. 47-51.
15. CASTRO, A.M., *Aplicación de modelos de ingeniería del software y de gestión de proyectos en implantación de ERP*. 2007, Universidad Pontificia Comillas.
16. cosmoconsult.com. *metodologias-de-implantacion-microsoft-surestep-agile-scrum/*. Available from: <https://es.cosmoconsult.com/consultoria-empresarial-y-de-ti-integrada/metodologias-de-implantacion-microsoft-surestep-agile-scrum/>.
17. Dirección General de Administración Electrónica y Tecnologías de la Información, G.D.E., *Metodología de Ingeniería del Software para el desarrollo y mantenimiento de sistemas de información del Gobierno de Extremadura* 2014.
18. Castillo, D.E.B., *Análisis y resultados sobre el uso de la telefonía IP en las Pymes de cartagena*. 2013, Bolívar-Colombia. Ingeniería USBmed.
19. farandsoft.com. *Metodos-Implantacion-Software-Gestion-Empresas/*. Available from: <http://www.farandsoft.com/metodos-implantacion-software-gestion-empresas/>.

20. Isasi-Genix, A., M.I. Gómez-Acosta, and M.L. Stuart-Cárdenas, *Diseño del proceso de implementación de software en DESOFT Habana*. Ingeniería Industrial, 2012. 33(1).
21. Marín Portillo, L.A.a. and R. Illas Daguilh, *Diseño e implementación de un sistema de Voz sobre IP basado en la plataforma Elastix para la empresa Quórum Telecom*. . 2013.
22. quonext.com. *Metodologías-Implantacion-Software: Modelos-Waterfall-Agile-y-Sure-Step/*. Available from: <https://www.quonext.com/blog/metodologias-implantacion-software-modelos-waterfall-agile-y-sure-step/>.
23. Barcia Quinde, G.E., *Estudio de los requerimientos de comunicación telefónica y diseño de prototipo de una central IP en un hotel & Resort, considerando las normas ISO 9001 (Bachelor's thesis)*. 2015.
24. Culqui Medina, A.N., *Diseño de un sistema de telefonía IP basado en software libre e integración con la red de datos como alternativa de comunicación de voz sobre el protocolo IP entre dependencias del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra*, in *Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas*. 2013, Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
25. Escamilla Hernandez, W.D. and K.J. Hernandez Cabrera, *Diseño de una infraestructura de red VoIP para la Universidad de Cartagena utilizando la metodología Top-Down*, in *Facultad de Ingeniería*. 2015, Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias D. T. y C.
26. Sánchez, A., *Diseño de una solución de Telefonía IP basada en Asterisk para SERVINAVE, C.A*, in *Decanato de Estudios de Postgrado*,. 2009, Universidad Simón Bolívar. .
27. Martínez, V. and M. & Antonio, *Dimensionamiento de una central telefónica IP utilizando estándares abiertos y software libre para la empresa Conectividad Global*. 2010.
28. Rosenblum, M. and T. Garfinkel, *Virtual Machine Monitors: Current Technology and Future Trends*. ieeexplore.ieee.org, 2005. 38(5).
29. CentOS. *Documentación de CentOS*; Available from: <https://wiki.centos.org/Manuals/ReleaseNotes/CentOS7#head->.
30. Pelz, O., Hobson J., *CentOS 7 Linux Server Cookbook Second Edition*. , P.P. Ltd, Editor. 2016, Packt Publishing Ltd, Livery Place, 35 Livery Street, Birmingham B3 2PB, UK: Livery Place, 35 Livery Street, Birmingham B3 2PB, UK.
31. Informáticos, I.D., *MANUAL INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN CENTRALITA A STERISK NOW*.
32. Joscowicz, J., *Teoría e Ingeniería de Teletráfico*.Dr. Ing. José Joscowicz.josej@fing.edu.uy.2017. 2017.
33. Morfín, J., *Análisis de tráfico de una red local*, in *Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados, Departamento de Ingeniería Eléctrica*,. 2004, Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
34. Baxter, J.H., *Wireshark Essentials*. . 2014, Packt Publishing Ltd,: Livery Place,35 Livery Street, Birmingham B3 2PB, UK. .

Anexos

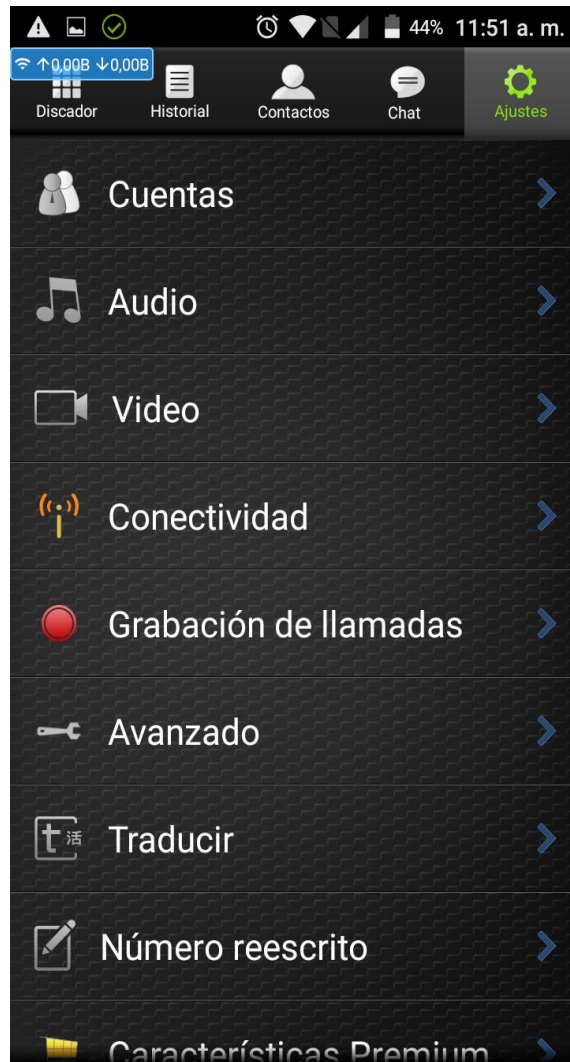


Figura 14: Pantalla inicial de configuración del softphone Zoiper

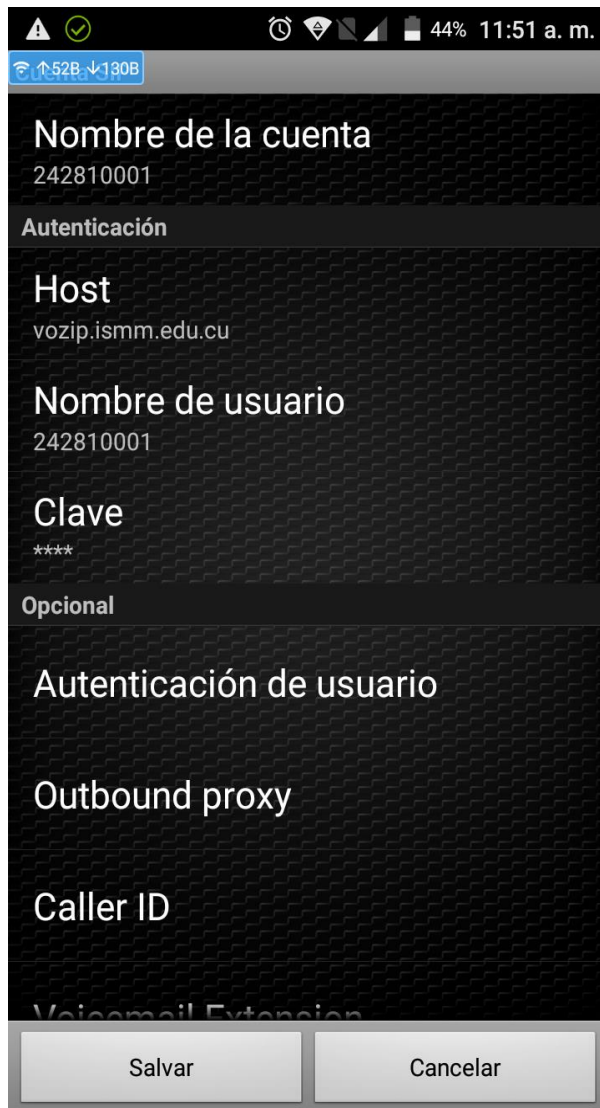


Figura 15: Configuración de la extensión



Figura 16: Softphone 3cx

General Voicemail Find Me/Follow Me Advanced Other

- iSymphony Settings

Add to iSymphony	yes no
Auto Answer	yes no
Create User	yes no
Full User	yes no
Email Password	yes no
User Password
User Extensions	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"><p>⚠ Esta conexión no es segura. Las credenciales introducidas aquí pueden verse comprometidas. Saber más</p><p>242813 (Yeliany Prieto Arguelles)</p><p>242815 (Michel Montero Mosqueda)</p></div>

Alt. Phone Numbers

Number	Type	Action
--------	------	--------

> Submit Reset

Figura 17: Habilitar auto llamada

Qualify	<input type="text" value="yes"/>
Qualify Frequency	<input type="text" value="60"/>
Transport	<input type="text" value="All - UDP Primary"/>
Enable AVPF	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Force AVP	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Enable ICE Support	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Enable Encryption	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes (SRTP only)
Video Support	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> Inherit
Call Groups	<input type="text"/>
Pickup Groups	<input type="text"/>
Disallowed Codecs	<input type="text"/>
Allowed Codecs	<input type="text"/>
Dial	<input type="text"/>
Account Code	<input type="text"/>
<input type="button" value="Submit"/> <input type="button" value="Reset"/>	

Figura 18: Habilitar video

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings UCP

All Extensions Custom Extensions DAHDi Extensions IAX2 Extensions PJSIP Extensions Chan_SIP Extensions Virtual Extensions

+ Add Extension Quick Create Extension Delete Search

<input type="checkbox"/>	Extension	Name	CW	DND	FM/FM	CF	CFB	CFU	Type	Actions
<input type="checkbox"/>	242801	YELIANY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	iax2	
<input type="checkbox"/>	2428013	mama	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	2428014	cvcvxcv	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	2428015	alejandro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	2428016	lourdes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	2428017	yadira	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	2428018	jorge carlos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	2428019	arianna	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	242802	michel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	iax2	
<input type="checkbox"/>	2428020	arce	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	

Showing 1 to 10 of 18 rows 10 records per page

« 1 2 »

Figura 19: Ejemplos de extensiones de prueba.